COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT TRENTE-TROISIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1901.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er JUILLET 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Équilibres chimiques. Acide phosphorique et chlorures alcalinoterreux;* par M. BERTHELOT.

« Je vais présenter les résultats de mes expériences sur les réactions exercées entre l'acide phosphorique et les phosphates alcalins, mis en présence des chlorures alcalinoterreux.

» J'ai étudié spécialement les chlorures de baryum et de calcium à ce point de vue; j'ai également fait diverses expériences sur le chlorure de magnésium, ainsi que sur les phosphates d'ammoniaque; mais l'emploi des colorants pour assurer la neutralisation avec ces sels me paraissant moins

sûr qu'avec les sels de soude, de baryum et de calcium, je parlerai seulement de ces derniers ([1]).

PREMIER GROUPE.

Acide phosphorique et chlorures alcalinoterreux.

A. — $PO^4H^3 + n\,BaCl^2$.

» L'acide phosphorique libre ne précipite pas à froid le chlorure de baryum, même employé en excès jusqu'à la dose $10\,BaCl^2$. Il ne précipite pas davantage le chlorure de calcium, même $7\,CaCl^2$, ni le chlorure de magnésium ($1\,MgCl^2$).

» Ces différentes liqueurs possédant une réaction acide, due à l'acide phosphorique ([2]), on peut chercher la limite du virage au moyen d'une solution titrée de soude, versée goutte à goutte et rapidement dans les mélanges.

» En employant le méthylorange, la limite répond à 1 équivalent pour les chlorures de baryum, de calcium, de magnésium, sans qu'il se produise jusqu'à cette limite aucun précipité.

» Entrons de plus près dans l'étude des équilibres développés par l'addition de plusieurs équivalents successifs de soude.

» $PO^4H^3 + BaCl^2 + n\,NaOH$. — I. Versons goutte à goutte le mélange $PO^4H^3 + BaCl^2$, fait à l'avance, dans la solution de soude, renfermant 1 équivalent NaOH (20^{lit}); il s'y produit d'abord un précipité, qui se redissout ensuite entièrement par une agitation convenable.

» Un précipité permanent apparaît dès que l'on dépasse notablement la limite précédente NaOH, sans que cependant le virage ait lieu avec la phtaléine. Le précipité augmente d'abord, à mesure que l'on ajoute la soude, même en agitant suffisamment pour rétablir l'homogénéité apparente du système. Un virage momentané se produit pendant ces additions, comme si le système avait atteint le degré de neutralité; mais la liqueur ne tarde pas à se décolorer, en redevenant acide; sans doute parce que

---

([1]) Toutes mes expériences ont été exécutées à la température ordinaire et avec des liqueurs répondant aux concentrations que voici :

$PO^4H^3 = 8^{lit}$; $NaOH = 20^{lit}$; $HCl = 20^{lit}$; $BaCl^2$ et congénères $= 4^{lit}$;
$PO^4NaH^2 = 2^{lit}$; $PO^4Na^2H = 4^{lit}$.

([2]) $BaCl^2$, $CaCl^2$, $MgCl^2$ sont neutres au méthylorange et à la phtaléine.

le précipité fixe peu à peu l'alcali demeuré d'abord libre, en constituant un phosphate de plus en plus basique. Une décoloration proprement dite, c'est-à-dire une neutralisation stable, se maintient seulement vers un terme atteint au bout de quelques heures, celui de 2,25 à 2,32 NaOH. Cependant ce virage même n'est pas permanent, il ne dure quelque temps que lorsqu'on arrive vers 2,5 à 2,6 NaOH. Arrivée à ce point, la liqueur se décolore encore progressivement. Il faut atteindre 3 NaOH pour que la coloration alcaline persiste du jour au lendemain. La limite de la saturation change donc peu à peu, précisément comme avec la baryte libre mise en quantités croissantes en présence de l'acide phosphorique, et elle tend vers la formule PO^4R^3, dans laquelle R^3 répond à un sel double barytosodique.

» Le titre alcalin de la liqueur filtrée, estimé au méthylorange (au moyen de HCl) au bout de ce temps, est insignifiant : $0^{éq},02$.

» Observons ici que le titre acide de la somme des composants primitifs, envisagés isolément

$$PO^4H^3 + BaCl^2 + NaOH$$

était nul au méthylorange $(1 - 1 = 0)$ et égal à $1^{éq}$ $(2 - 1 = 1)$ avec la phtaléine. Ce titre aurait dû devenir nul à la phtaléine par l'addition d'un second équivalent de soude, soit 2 NaOH en tout, si la précipitation n'avait pas modifié la neutralité du système. Or, en fait, il a fallu 2,32 NaOH pour atteindre ce résultat.

» Le précipité renfermait d'ailleurs la totalité du PO^4H^3 initial, comme il va être établi; il contient donc cet acide uni à une dose d'alcali supérieure à $2^{éq}$, soit $PO^4R^{2,32}H^{0,68}$. Cette dose est supérieure au titre alcalin de la baryte susceptible d'être fournie par la décomposition du chlorure de baryum, $Ba = R^2$. R représente ici une valence ou équivalent, c'est-à-dire un atome monobasique, un demi-atome bibasique, etc.

» Le précipité contient dès lors de la soude, en dose égale ou supérieure à $0^{éq},32$; je dis supérieure, parce que la précipitation totale de la baryte, d'ailleurs, n'est pas établie. En définitive, la formation du précipité, dans ces conditions, répond à un certain équilibre entre les deux alcalis, mis en présence des deux acides chlorhydrique et phosphorique, l'acide chlorhydrique devant être d'ailleurs envisagé comme complètement neutralisé.

» Les expériences précédentes ont été faites en ajoutant la soude peu à peu, sans filtrer les liqueurs; c'est-à-dire en maintenant le précipité en présence d'un excès de soude. Opérons autrement, non plus avec un

seul équivalent de soude initial, qui ne donne lieu à aucun précipité permanent, mais avec 2 équivalents de soude, ajoutés d'un seul coup.

» II. $PO^4H^3 + BaCl^2 + 2NaOH$. — Ces proportions pourraient répondre à un phosphate bisodique. Le titre alcalin des composants séparés répond avec le méthylorange à $2 - 1 = 1$; avec la phtaléine à $2 - 2 = 0$. On mélange et l'on filtre aussitôt. La liqueur est alcaline au méthylorange et exige $0^{éq},26$ de HCl pour être neutralisée.

» Elle est acide à la phtaléine et exige $0^{éq},16$ de NaOH. Cette liqueur renferme une dose notable de BaO dissoute.

» Si on laisse la liqueur en contact avec le précipité pendant vingt-quatre heures et si l'on filtre ensuite, on trouve :

Liqueur faiblement alcaline au méthylorange, exige.........	éq 0,05 HCl
Liqueur faiblement acide à la phtaléine, exige..............	0,05 NaOH

» La liqueur renferme de la baryte dissoute. Il résulte de ces nombres que la liqueur après vingt-quatre heures ne contient presque plus d'acide phosphorique libre ou combiné, cet acide se trouvant précipité à un dixième près.

» Entrons dans le détail. Après mélange immédiat, il restait $0^{mol},42$ de PO^4H^3, à l'état de sel soluble, soit

$$0,26\,PO^4R^2H + 0,16\,PO^4RH^2$$

les trois cinquièmes environ, c'est-à-dire 0,58 PO^4H^3, ont été compris dans le premier précipité resté sur le filtre.

» La dose d'alcali soluble ainsi unie à PO^4H^3 était

$$(0,26 \times 2 = 0,52) + 0,16 = 0^{éq},68,$$

sur 2NaOH. Ainsi $1^{éq},32$ de l'alcali libre primitif ont été entraînés dans le précipité. Le rapport $\frac{1,32}{58} = 2,28$ R répond à la composition du précipité, soit $PO^4R^{2,28}H^{0,72}$.

» Mais cet état du système est transitoire. Au bout de vingt-quatre heures de contact entre le précipité et son eau mère, il ne reste plus que $0^{éq},10$ PO^4H^3 en dissolution, soit 0,05 $PO^4R^2H + 0,05\,PO^4RH^2$; tandis que le précipité renferme maintenant $0^{mol},90$ PO^4H^3 combiné.

» La dose d'alcali soluble contenu dans les phosphates étant à ce moment $0^{éq},15$ sur 2NaOH mis en œuvre, et par conséquent $1^{éq},85$ de l'alcali libre à l'origine ont été entraînés dans le précipité. Le rapport

$\frac{185}{90} = 2,05$ R répond dès lors à la composition finale du précipité $PO^4R^{2,05}H^{0,95}$. Il y a là l'apparence de quelque rétrogradation, attribuable à la cristallisation d'un phosphate insoluble. Cependant, en réalité, ce précipité n'est pas resté avec sa composition première : il s'est accru de 0,32 PO^4H^3 combiné, dont 0,21 sous la forme de PO^4R^2H et 0,11 sous la forme de PO^4RH^2, le tout correspondant à $0^{éq},53$ NaOH, dont une partie a concouru à former du chlorure de sodium, aux dépens du chlorure de baryum initial.

» Le rapport $\frac{53}{32} = 1,66$ dans ces matériaux additionnels étant inférieur au rapport 2,28, qui caractérisait le précipité initial, cela explique le rapport final 2,05; sans qu'il y ait eu diminution réelle dans la dose d'alcali unie tout d'abord au poids d'acide primitivement précipité. Le phosphate bibasique insoluble est sans doute constitué en majeure partie par du phosphate barytique, PO^4BaH.

» III. Opérons maintenant avec le système $PO^4H^3 + BaCl^2 + 3NaOH$, système qui répondrait à un phosphate tribasique.

» Le titre alcalin des composants séparés, estimé au méthylorange, est $3 - 1 = 2$; estimé à la phtaléine, $3 - 2 = 1$.

» On mélange et l'on filtre aussitôt. La liqueur est alcaline aux deux colorants

		Perte de titre.	PO^4H^3 soluble.
Méthylorange titré avec HCl	$0^{éq},68$	1,32	0,34
Phtaléine	$0^{éq},34$	0,66	

» Après vingt-quatre heures de contact entre le précipité et l'eau mère, on filtre

		Perte de titre.	PO^4H^3 soluble.
Méthylorange, par HCl	$0^{éq},66$	1,34	0,38
Phtaléine	$0^{éq},28$	0,72	

» D'après la réaction immédiate, la liqueur renferme $0^{mol},34\ PO^4R^3$: soit 1,02 R sur 3 R alcalins contenus dans le système initial; par conséquent le précipité renferme 1,98 R devenus insolubles pour 0,66 PO^4H^3. Le rapport $\frac{1,96}{0,66} = 3,0$ R. Le précipité est donc constitué par un phosphate tribasique; par une conséquence nécessaire, le phosphate soluble est également tribasique. Le phosphate insoluble contenant d'ailleurs toute la

baryte initiale, ou sensiblement, c'est le phosphate tribarytique normal $PO^4Ba^{\frac{3}{2}}$; tandis que la liqueur renferme surtout du phosphate trisodique, PO^4Na^3. L'équation de la réaction à ce moment est donc sensiblement la suivante :

$$PO^4H^3 + BaCl^2 + 3NaOH = \tfrac{2}{3}PO^4Ba^{\frac{3}{2}} + \tfrac{1}{3}PO^4Na^3 + 2NaCl + \tfrac{1}{2}H^2O.$$

Mais, circonstance remarquable, cette équation, en quelque sorte normale, ne répond pas à un système définitif; elle ne représente pas le maximum de la stabilité.

» Après vingt-quatre heures de contact, en effet, le méthylorange accuse toujours presque la même dose d'alcalinité soluble : $0^{éq},66$ au lieu de $0^{éq},68$; tandis que la phtaléine n'en révèle plus que $0^{éq},28$ au lieu de $0^{éq},34$; c'est-à-dire $\frac{1}{6}$ de moins. Dès lors la liqueur contient

$$0,28PO^4R^3 + 0,10PO^4R^2H,$$

soit 1,04R sur 3 contenus dans le système initial. Le précipité renferme 1,96R devenus insolubles et 0,62 PO^4H^3 : le rapport $\frac{1,96}{0,62} = 3,16R$, soit $PO^4R^{3,16}$, au delà du phosphate tribasique; tandis que la liqueur renferme un phosphate intermédiaire entre le phosphate tribasique et le phosphate bibasique. Ce précipité aurait enlevé un excès de base à la liqueur, sans aller cependant jusqu'à lui donner une réaction acide. La rétrogradation apparente, signalée par le système qui renferme 2NaOH, paraît donc devenir certaine avec 3NaOH; autant du moins que la précision limitée de ce genre d'essais nous autorise à l'admettre.

» IV. Poursuivons cette étude, en faisant varier la dose relative du chlorure de baryum : soit le système $PO^4H^3 + 2BaCl^2 + 2NaOH$, lequel renferme plus de baryte que la proportion nécessaire pour former avec cette base un phosphate tribasique, tout en contenant au plus la dose d'alcali répondant à un phosphate bibasique.

» Le titre alcalin des composants séparés, estimé au méthylorange, est $2 - 1 = 1$; le titre estimé à la phtaléine est $2 - 2 = 0$. On mélange, ce qui produit un précipité, et l'on filtre aussitôt.

» Méthylorange : réaction alcaline répondant à $0^{éq},07$ HCl environ. Phtaléine : réaction acide répondant à $0^{éq},07$ NaOH environ. Ces valeurs accuseraient 0,14 PO^4H^3 combiné dans la liqueur. Mais ce titre baisse en quelques minutes, l'acide phosphorique se fixant de plus en plus sur le précipité.

» Après quarante-huit heures de contact de la liqueur et du précipité, la liqueur filtrée a fourni :

Méthylorange, réaction alcaline..............	$0^{éq},02$ HCl.
Phtaléine, réaction acide........................	$0^{éq},03$ NaOH.

» Ces valeurs n'accusent plus que $0^{mol},05\ PO^4H^3$ environ combiné dans la liqueur.

» D'autre part, la liqueur retenait en dissolution, après filtration et d'après pesée ultérieure de sulfate de baryte,

$BaO = 1^{mol},03$	ou	$2^{éq},06$;	donc : $1^{éq},94$ précipitée,
Après 48 heures $= 1^{mol},01$	ou	$2^{éq},02$;	donc : $1^{éq},98$ précipitée.

» La moitié de la baryte est donc précipitée sensiblement, sous forme de phosphate PO^4BaH principalement; l'autre moitié demeurant dans la liqueur sous forme de $BaCl^2$;

» Ce qui donnerait, pour équation représentative principale,

$$PO^4H^3 + 2BaCl^2 + 2NaOH = PO^4BaH\text{ précip.} + BaCl^2 + 2NaCl + 2H^2O.$$

» Cependant cette équation n'est pas rigoureuse, surtout dans les premiers moments. En effet il restait alors $0^{mol},14\ PO^4H^6$ combinée dans la dissolution : soit $0^{mol},07\ PO^4R^2H + 0^{mol},07\ PO^4RH^2$; ce précipité contenait $0,79\ PO^4R^2H + 0^{mol},07\ PO^4R^3$.

» R répond ici à des sels doubles où le baryum domine. La somme des équivalences dans le précipité serait $0,79 \times 2 + 0,07 \times 3 = 1,79$; mais elle répond à un état tout à fait transitoire.

» Le dosage du baryum, exécuté dans la liqueur au bout d'un temps un peu plus long a donné $1^{éq},94$ pour le précipité; tandis que PO^4H^3 soluble (dosé sous forme de pyrophosphate magnésien) : $0^{mol},05$. Ces valeurs répondent à la somme $1,99$, au lieu de $2,0$ calculé.

» Après quarante-huit heures la précipitation de PO^4H^3 étant devenue presque complète, le précipité renferme, d'après les valeurs ci-dessus :

$$0,92\ PO^4R^2H + 0,03\ PO^4R^3, \qquad \text{soit} \qquad 0,92 \times 2 + 0,03 \times 3 = 1,93,$$

et la liqueur

$$0,02\ PO^4R^2H + 0,03\ PO^4RH^2, \qquad \text{soit} \qquad 0,02 \times 2 + 0,03 \times 1 = 0,07.$$

» D'après le dosage de Ba et de PO^4H^3 dans la liqueur, on aurait dû avoir : $1,98$ et $0,02$; mais ces dosages, en raison du temps écoulé, répondent à une transformation encore plus avancée que les précédentes,

Il est difficile de faire concorder plus étroitement ces résultats, tant en raison des limites d'erreur des expériences faites avec les colorants, que de leur absence de simultanéité.

» Elles suffisent pourtant pour établir le caractère progressif des changements de composition et l'intervention des sels doubles.

» V. Soit enfin un système renfermant à la fois un excès de baryum et un excès de soude :

$$PO^4H^3 + 3\,BaCl^2 + 6\,NaOH.$$

» Titre alcalin des composants séparés : méthylorange $6-1=5$; phtaléine $6-2=4$.

» On mélange. Titrage immédiat de la liqueur filtrée :

Méthylorange, exige..........	$2^{éq},75$ HCl	donc	$3^{éq},25$ précipités.
Phtaléine, exige.............	$2^{éq},61$ HCl	donc	$3^{éq},39$ précipités.

» La liqueur continue à précipiter. Le dosage de la baryte soluble, effectué sous forme de SO^4Ba, a fourni $2^{éq},88$. D'autre part, on a trouvé PO^4H^3 resté en solution : traces.

» Titrage après vingt-quatre heures de contact entre la liqueur et le précipité; filtration :

Méthylorange, exige..........	$2^{éq},27$ HCl	donc	$3^{éq},73$ précipités.
Phtaléine, exige.............	$2^{éq},19$ HCl	donc	$3^{éq},81$ précipités.

» Le dosage de BaO en solution, précipité à l'état de SO^4Ba, a fourni pour cet alcali $1^{mol},07$ ou $2^{éq},14$; 3,86 précipités (au lieu de 3,81) : ce qui concorde suffisamment avec la phtaléine.

Après 3 jours : dosage de BaO par pesée $1^{mol},02$ ou $2^{éq},04$ 3,96 précipités.
PO^4H^3 resté en solution (pesé à l'état de pyrophosphate) : $0^{mol},015$.

» On voit que la baryte précipitée dépasse tout d'abord 3 équivalents, et s'accroît graduellement jusque vers 4 équivalents, soit $P^2O^5.2BaO$; conformément à mes expériences directes de neutralisation. Les conséquences tirées de ces dernières expériences subsistent donc, au moins pour le cas d'un excès notable d'alcali, et même en présence d'une dose considérable de chlorure alcalinoterreux.

» Passons à l'étude des réactions entre l'acide phosphorique et le chlorure de calcium. Je serai plus bref à cet égard.

B. — $PO^4H^3 + nCaCl^2$.

» Pour $n = 1$, le méthylorange indique le virage par addition d'un équivalent NaOH. Avec la phtaléine et la soude, il y a commencement de précipitation un peu au delà de NaOH; ce précipité augmente avec la dose de soude rapidement ajoutée, la décoloration cessant de se manifester vers $2^{éq},6$ de NaOH; c'est-à-dire que le sel précipité renferme à ce moment au moins $0^{éq},6$ de soude, jointe à une dose de chaux qui ne saurait dépasser $CaO : PO^4R^{2,6}H^{0,4}$.

» Cette composition répond à un certain équilibre entre les deux acides et les deux bases, équilibre plus avancé tout d'abord pour la chaux que pour la baryte.

» $PO^4H^3 + 2CaCl^2$. — Même limite monobasique NaOH avec le méthylorange. Avec la phtaléine, la précipitation débute un peu au delà de NaOH, et la limite de la décoloration répond sensiblement à 3 équivalents : PO^4R^3.

» VI. $PO^4H^3 + MgCl^2$. — Versons dans ce mélange une solution titrée de soude goutte à goutte. Avec le méthylorange, la limite est NaOH, monobasique. Avec la phtaléine, le précipité n'apparaît que lorsqu'on a ajouté $1^{éq},9$ à 2 équivalents NaOH, et il augmente à mesure. La limite apparaît d'abord voisine de $2^{éq},3$; mais elle est incertaine, parce que dans ce cas l'insolubilité presque complète de la magnésie libre ne permet plus d'en apprécier la dose. Les colorants sont alors peu exacts.

» L'étude des équilibres entre l'acide phosphorique et les bases alcalines et alcalinoterreuses doit être complétée en examinant en sens inverse les réactions des phosphates monobasiques et bibasiques de soude sur les chlorures de baryum et de calcium.

SECOND GROUPE.

A. — *Phosphate monosodique et chlorures alcalinoterreux* (1).

» I. $PO^4NaH^2 + n\frac{BaCl^2}{2}$; retour par m NaOH jusqu'à virage, c'est-à-dire avec précipitation partielle. Le mélange, sans addition de soude, ne précipite pas. Titre des composants séparés

Méthylorange : $-m$; Phtaléine : $1 - m$.

(1) Ces expériences ne doivent pas être confondues avec celles où l'on opère avec l'acide phosphorique mis en présence de deux bases, sans acide chlorhydrique.

	$n=1$	$n=2$	$n=3$	$n=4$	$n=6$	$n=8$
Méthylorange + NaOH.	éq 0,05	éq 0,05 à 0,06	éq 0,07 env.	éq 0,07 env.	éq 0,07 env.	éq 0,07 à 0,15
Phtaléine............	1,12	1,12 à 1,3	»	1,35 à 2,20	1,45 à 2,0	2,0

» La limite de virage est un peu incertaine, à cause de la précipitation, avec la phtaléine. Par exemple, en présence de 2 $BaCl^2$, la décoloration a lieu vers 1,35 ; mais elle est transitoire et elle ne devient définitive que vers 2,0 NaOH, c'est-à-dire au terme correspondant à PO^4R^3. Il est probable que l'on a affaire ici aux sels doubles de Joly.

» La décoloration se produit déjà momentanément vers $PO^4R^{2,35}H^{0,65}$, c'est-à-dire un peu au delà du terme qui répondrait à la formation du phosphate barytique : PO^4BaH.

» Avec le méthylorange, le virage n'est bien sensible que par une addition assez sensible de soude, c'est-à-dire vers

$$PO^4R^{1,05}H^{2,95} \text{ à } PO^4R^{1,15}H^{2,85};$$

ce terme reculant à mesure que l'excès du chlorure $BaCl^2$ est plus considérable.

» Enfin, la limite PO^4R^3 serait dépassée, si nous continuions à ajouter de la soude ; le précipité fixant peu à peu jusqu'à $4^{éq}$ basiques.

» II. $PO^4NaH^2 + n\,CaCl^2$. — Le mélange sans addition de soude ne précipite pas. Retour par mNaOH jusqu'à virage, c'est-à-dire avec précipitation partielle.

	N = 1.	2.	3.	4.	6.	8.
Méthylorange + NaOH.....	0,05	0,05 env.	0,07 env.	0,07 env.	0,07	0,07 env.
Phtaléine................	1,27	1,32 à 1,5	définitive 2,0	1,5 à 2,0	1,7 à 2,0	2,00

» Avec la phtaléine, la décoloration débute un peu plus tard que pour $BaCl^2$; elle est également progressive et transitoire jusqu'à la limite 2,0 R qui répond au phosphate tribasique PO^4R^3.

» III. $PO^4NaH^2 + \frac{MgCl^2}{2}$. — Le précipité apparaît par simple mélange, faible tout d'abord, mais croissant avec le temps.

	NaOH.		2NaOH.	
	Filtration immédiate.	Filt. après 24^h de contact.	Filtration immédiate.	Filt. après 24^h de contact.
Méthylorange, alcalin + HCl..	$1^{éq}$,0	0,85	1,25	1,25
Phtaléine, acide + NaOH.....	$0^{éq}$,16	0,22	0,46	0,45

» D'après ces chiffres, le méthylorange accuserait au début, avec 1 NaOH, un sel double soluble PO^4R^2H; la phtaléine accusant, d'autre part,

$$0,84\,PO^4R^2H + 0,16\,PO^4RH^2;$$

mais cette différence paraît devoir être attribuée à la différence d'action sur le colorant qui existe entre la magnésie et la soude; car l'écart 1,00+0,16 entre les deux réactions surpasse 1^{mol} PO^4H^3 mise en réaction.

» Après vingt-quatre heures, le précipité étant devenu plus notable, il n'y a plus que 0,85 de PO^4R^2H soluble, accusé par le méthylorange; ou bien, d'après la phtaléine, $0,63\,PO^4R^2H + 0,22\,PO^4RH^2$. L'écart entre les deux réactions, soit $0,85 + 0,22 = 0,97$, accuserait sensiblement l'existence d'une molécule PO^4H^3 dans la liqueur; ce qui n'est pas compatible avec la formation d'un précipité notable. L'emploi des deux colorants n'est donc pas applicable quantitativement en présence des sels magnésiens. Il n'est utile que comme renseignement relatif.

B. — *Phosphate bisodique et chlorures alcalinoterreux.*

» I. $PO^4Na^2H + n\frac{BaCl^2}{2}$. — Il y a précipitation.

» *Première série.* — Filtration immédiate.

	$n = \frac{1}{2}$.	1.	$1\frac{1}{2}$.	2.	3.	4.
Méthylorange, alcalin + HCl.	$0^{éq}$,77	0,35 à 0,50	0,20 à 0,28	0,05 à 0,03	0	0
Phtaléine, acide + NaOH..	$0^{éq}$,03	0,035	0,03	0,03	0,05	0,05

» *Seconde série.* — Filtration immédiate. Et filtration après quarante-huit heures de contact :

	1.		3.		4.	
	Immédiat.	48 heures.	Immédiat.	48 heures.	Immédiat.	48 heures.
Méthylorange...	0,50	0,50	0,05	neutre	0,05	neutre
Phtaléine.......	0,06	0,01	0,02	neutre	0,02	neutre

» La première colonne ($n = \frac{1}{2}$) indique $0,80\,PO^4H^3$ combinés dans la liqueur au début; soit $0,77\,PO^4R^2H + 0,03\,PO^4RH^2$;

» Et $0,20\,PO^4H^3$ combinés dans le précipité. Or

$$0,77 \times 2 = 1,54 + 0,03 = 1,57.$$

» D'où il résulte 0,43R dans le précipité. D'ailleurs

$$\frac{0,43}{0,20} = 2,11\,R.$$

C'est donc un phosphate bibasique presque pur, tel que PO^4BaH.

» La colonne ($n=1$) a donné des chiffres variables suivant la durée de l'expérience. Le chiffre initial observé, 0,35, répond : dans la liqueur à 0,35 PO^4R^2H + 0,035 PO^4RH^2, soit 0,385 PO^4H^3; et par conséquent 0,615 PO^4H^3 dans le précipité.

» Or

$$0,35 \times 2 = 0,70 + 0,035 = 0,735R.$$

» D'où il résulte 1,265 R dans le précipité.

$$\frac{1,265}{0,615} = 2,06R.$$

» C'est encore un phosphate bibasique, PO^4BaH, presque pur. La valeur finale 0,50, observée surtout dans la seconde série, indique dans la liqueur filtrée un peu plus de moitié de PO^4H^3 initial, soit

0,50 PO^4R^2H + (0,035 à 0,06, soit moyenne 0,05) PO^4RH et 0,45 PO^4H^3

combinés dans le précipité.

» Or

$$0,50 \times 2 = 1,00 + 0,05 = 1,05;$$

d'où il suit :

$$0,95R \text{ dans le précipité,} \quad \frac{0,95}{0,45} = 2,1R$$

toujours fort voisin du phosphate bibasique

$$PO^4BaH.$$

» Après quarante-huit heures, il reste à peu près exactement la moitié de l'acide en solution et la moitié précipitée, sans doute sous la forme PO^4BaH.

» Pour $n = 3$ et 4, la précipitation n'est pas tout à fait complète au début, époque où il reste 0,05 PO^4R^2H + 0,02 PO^4RH dans la liqueur; mais elle se complète avec le temps, en faisant disparaître exactement l'alcalinité de PO^4Na^2H. Il ne reste alors que des chlorures dans la liqueur, le précipité répondant à PO^4R^2H : sans doute PO^4BaH.

» Ces divers résultats se rapportent à des systèmes où l'on n'a introduit aucun excès d'alcali.

» Si l'on ajoutait de la soude, le précipité absorberait plus ou moins vite un excès d'alcali, qui dépendrait de la proportion de soude, et qui constituerait des sels barytiques, ou barytosodiques, de constitution variable depuis PO^4R^2H jusqu'à $P^2O^5,4RO$, ainsi que je l'ai établi précédemment.

» II. $PO^4Na^2H + n\frac{CaCl^2}{2}$. — Précipitation.

» *Première série.* — Filtration immédiate.

	$n = \frac{1}{2}$.	1.	$1\frac{1}{2}$.	2.
Méthylorange, alcalin + $\frac{1}{2}SO^4H^2$....	$0^{éq},75$	0,42	0,125	0,02
Phtaléine, acide + NaOH	$0^{éq},125$	0,23	0,28	0,35

» *Seconde série.* — Filtration immédiate et après quarante-huit heures.

	1.	
	Immédiatement.	48 heures.
Méthylorange, alcalin + $\frac{1}{2}HCl$.....	0,40	0,41
Phtaléine, acide + NaOH	0,24	0,15

» La première colonne ($n = \frac{1}{2}$) indique 0,875 PO^4H^3 combiné dans la liqueur au début

$$0,75\,PO^4R^2H + 0,125\,PO^4RH^2;$$

et 0,125 PO^4H^3 dans le précipité. Or

$$0,75 \times 2 = 1,50 + 0,125 = 1,625.$$

» D'où il résulte 0,275 R dans le précipité

$$\frac{275}{125} = 2,2\,R.$$

» C'est un phosphate intermédiaire $PO^4R^{2,2}H^{0,8}$.

» La colonne ($n = 1$) a donné au début 0,65 PO^4H^3 dans la liqueur, soit

$$0,42\,PO^4R^2H + 0,23\,PO^4RH^2,$$

et 0,35 PO^4H^3 dans le précipité. Or

$$0,42 \times 2 = 0,84 + 0,23 = 1,07.$$

» D'où il résulte 0,93 R dans le précipité

$$\frac{93}{35} = 2,6\,R.$$

» Ce phosphate est plus rapproché de la tribasicité $PO^4R^{2,6}H^{0,4}$. Mais, circonstance remarquable, au bout de quarante-huit heures la dose du phosphate bibasique soluble étant restée la même, le phosphate monobasique a diminué d'un tiers environ. On avait alors dans la liqueur 0,56 PO^4H^3

combiné, soit

$$0,41\,PO^4R^2H + 0,15\,PO^4RH^2,$$

et $0,44\,PO^4H^3$ dans le précipité. Or $0,41 \times 2 = 0,82 + 0,15 = 0,97$; d'où il résulte $1,03\,R$ dans le précipité, dose accrue comme on pouvait le déduire à première vue. D'ailleurs, $\frac{1,03}{0,44} = 2,4\,R$. Il semble donc y avoir eu une légère rétrogradation, comme dans l'un des cas précédents.

» En résumé, d'après la première et la seconde série, la dose du phosphate bibasique soluble contenue dans la liqueur diminue et elle finit par devenir nulle, à mesure que la proportion du chlorure de calcium augmente. D'autre part, le phosphate monobasique soluble s'accroît sensiblement, dans les premiers moments de la réaction.

» Par exemple, pour $1\frac{1}{2}CaCl^2$, la liqueur renferme $0,405\,PO^4H^3$ combiné, soit

$$0,125\,PO^4R^2H + 0,28\,PO^4RH^2,$$

le précipité contenant $0,595\,PO^4H^3$ combiné. Or

$$0,125 \times 2 = 0,25 + 0,28 = 0,53;$$

d'où résulte $1,47\,R$ dans le précipité, $\frac{1,47}{0,595} = 2,5\,R$.

» Pour $2\,CaCl^2$, la liqueur renferme $0,37\,PO^4H^3$ combiné, soit

$$0,02\,PO^4R^2H + 0,35\,PO^4RH^2,$$

le précipité contenant $0,63\,PO^4H^3$ combiné. Or

$$0,02 \times 2 = 0,04 + 0,35 = 0,39;$$

d'où résulte $1,61\,R$ dans le précipité, $\frac{1,61}{63} = 2,6\,R$.

» C'est toujours le même rapport approximatif $PO^4R^{2,6}H^{0,4}$.

» Ces résultats deviennent plus accusés au delà de $2\,CaCl^2$, autant qu'il est permis de le conclure, d'après des expériences où les dosages par colorant deviennent de moins en moins sûrs, à mesure que croît la proportion excédente du chlorure de calcium. Ainsi, avec $3\,CaCl^2$ et $4\,CaCl^2$, la liqueur filtrée immédiatement est neutre au méthylorange, tandis que la décoloration de la phtaléine commence à se produire aprés une addition de $0^{éq},50$ à $0^{éq},60$ NaOH. Après quarante-huit heures, elle débute seulement vers $0^{éq},10$ NaOH. Mais la marche même de cette décoloration ne permet plus aucune conclusion certaine, quant à la constitution des liqueurs

ou des précipités. On s'en rend compte, d'ailleurs, si l'on observe que le virage suppose l'existence d'un simple mélange de chlorure de calcium et de chaux libres, dans les dissolutions; tandis qu'en réalité en présence d'un excès de chlorure de calcium il se forme un oxychlorure insoluble, où la chaux est combinée au chlorure de calcium; système qui n'est plus assimilable aux précédents, ni au point de vue de la neutralisation, ni à celui de la thermochimie, c'est-à-dire de la théorie régulatrice de ce genre de phénomènes.

» Les mêmes causes, c'est-à-dire la formation d'un oxychlorure magnésien, jointe à l'insolubilité de la magnésie et à la formation lente des phosphates magnésiens précipités interviennent pour troubler la signification du virage du colorant en présence des sels de magnésie, ainsi qu'il va être dit.

» III. $PO^4Na^2H + \frac{n\,MgCl^2}{2}$. — Le mélange donne naissance à un précipité qui s'accroît peu à peu. On donnera seulement les chiffres relatifs au virage du méthylorange; celui de la phtaléine étant mal défini et indiquant des valeurs trop fortes, telles par exemple que dans plusieurs cas la somme pour les deux colorants est supérieure à l'unité (PO^4H^3). Aussi n'ai-je pas cru pouvoir en faire usage pour calculer la composition des liqueurs. Voici cependant quelque données, fournies à titre de renseignement.

	$n = 1$.			
	(*a*) Filtration immédiate.		(*b*) Liqueur filtrée, trois jours après claire.	(*c*) Filtration après trois jours de contact du précipité et de la liqueur.
Méthylorange, alcalin + HCl.	$0^{éq},88$ à $0^{éq},75$	0,54	0,54	0,54
Phtaléine, acide + NaOH ...	» $0^{éq},10$	0,07	0,07	0,07

Le chiffre (*a*) répond à un liquide en cours de précipitation lente, filtré plus ou moins vite. La liqueur ainsi filtrée a laissé déposer un précipité cristallin, et elle a atteint le même titre que le mélange abandonné pendant trois jours.

	$n = 2$.	
Méthylorange, alcalin.....	0,73	0,19
Phtaléine, acide.........	»	0,25

	$n = 3$.			$n = 4$.		
	(*a*).	(*b*).	(*c*).	(*a*).	(*b*).	(*c*).
Méthylorange, alcalin + HCl..	0,83	0,12	0,10	0,86	0,11	0,10
Phtaléine, acide + NaOH.....	»	0,12	0,05	»	0,08	0,03

» Il résulte de l'ensemble des observations relatées dans ce Mémoire que le rapport entre une molécule d'acide phosphorique combinée et le nombre d'équivalents des bases alcalinoterreuses, qui concourent à saturer cette molécule dans les phosphates précipités, varie depuis 2 jusqu'à 4 équivalents, suivant la nature et les proportions relatives des corps mis en présence, acides et bases libres ou combinées, chlorures alcalinoterreux, etc. Ces variations sont d'ailleurs fonction du temps écoulé depuis le commencement des réactions.

» Si j'ai cru utile de les discuter avec quelque détail, c'est en raison de l'intérêt que présentent ces phénomènes pour la Mécanique moléculaire. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouveau traitement de la niobite; préparation et propriétés de la fonte de niobium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« L'étude du métal niobium est encore très incomplète et nous ne connaissons aucune de ses propriétés. Nous rappellerons rapidement que Henri Rose (¹) avait cherché à préparer ce corps simple en décomposant le fluoxyniobate de potassium par le sodium. D'après Delafontaine (²), la poudre noire obtenue dans cette réaction n'est qu'un oxyde inférieur de niobium. A la suite de ses belles recherches sur les composés fluorés du niobium et du tantale, Marignac (³) a repris l'étude de cette question. Il a d'abord réduit le fluoniobate de potassium par le sodium, et il a recueilli une poudre de couleur noire ou grisâtre dont la densité variait de 6 à 6,6, et qu'il regardait comme un hydrure de formule NbH. Il a réduit ensuite le fluoniobate de potassium par l'aluminium. Dans ces conditions, il a préparé un alliage de niobium et d'aluminium voisin de la formule $NbAl^3$.

» Enfin M. Roscoë (⁴), par la réduction du chlorure de niobium dans un courant d'hydrogène, en s'entourant des précautions qu'il a décrites dans son Mémoire classique *Sur la préparation du vanadium*, a obtenu une

(¹) Henri Rose, *Pogg. Ann.*, t. CIV, p. 310.

(²) Delafontaine, *Archives des Sciences phys. et nat. de Genève*, t. XXVII, p. 167; 1886.

(³) Marignac, *Recherches sur les combinaisons du niobium* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 4ᵉ série, t. VIII, p. 5; 1886) et *Recherches sur la réduction du niobium et du tantale* (*Arch. des Sciences phys. et nat. de Genève*, t. XXXI, p. 89; 1868).

(⁴) Roscoë, *Chemical News*, t. XXXVII, p. 25.

poudre de couleur grise d'une densité de 7,06 et ne renfermant plus que 0,27 pour 100 d'hydrogène.

» *Traitement de la niobite.* — Nous sommes partis, dans ces recherches, d'une niobite de provenance américaine, d'une densité de 5,75. Elle se présentait en cristaux agglomérés assez volumineux et se pénétrant les uns les autres. Elle renfermait : acides niobique et tantalique, 83,20; fer, 7,58; manganèse, 3,82; elle contenait, en outre, une petite quantité de silice. Cette niobite grossièrement concassée était triée à la main pour éliminer les fragments riches en silice.

» Le minéral réduit en poudre a été additionné de charbon de sucre, puis aggloméré par pression et chauffé au four électrique 7 à 8 minutes avec un courant de 1000 ampères sous 50 volts. Pendant l'expérience, la totalité du manganèse et la plus grande partie du fer et du silicium sont volatilisées. Il reste une fonte grise de couleur claire, à cassure cristalline, qui contient tout le niobium et le tantale combinés avec le carbone sans graphite libre. Cette fonte renferme de 2,18 à 2,34 de carbone. Chaque préparation permet d'en obtenir 600^{gr}.

» Cet alliage est réduit en poudre grossière, puis attaqué par une solution d'acide fluorhydrique pur additionnée d'une petite quantité d'acide nitrique. Après filtration, le liquide est traité par le fluorhydrate de fluorure de potassium, de façon à produire, avec l'acide tantalique, un fluotantalate et, avec l'acide niobique, un fluoxyniobate. On sépare ces deux sels, grâce à leur différence de solubilité, en suivant exactement la méthode assez délicate indiquée par Marignac. La petite quantité de fer qui reste dans le fluoxyniobate est précipitée par le sulfhydrate d'ammoniaque. Le fluoxyniobate de potassium est ensuite purifié par des cristallisations successives. Lorsque la chauffe de niobite et de charbon a été bien faite au four électrique, la fonte doit fournir, par dissolution dans l'acide fluorhydrique, un liquide incolore. En effet, s'il reste du manganèse, il se forme une solution brune qui est due à l'action de l'acide fluorhydrique sur le carbure de manganèse.

» Le fluoxyniobate de potassium est ensuite transformé en acide niobique qui, après calcination, est tout à fait blanc.

» *Préparation de la fonte de niobium.* — Nous avons fait un mélange de : acide niobique 82; charbon de sucre 18, répondant à la formule

$$Nb^2O^5 + 5C = 2Nb + 5CO.$$

» Ce mélange, légèrement humecté d'essence de térébenthine, a été

aggloméré par pression sous forme de petits cylindres qui ont été ensuite calcinés lentement au four Perrot. Un certain nombre de ces cylindres ont été disposés dans une nacelle de charbon, placée au milieu d'un tube de même substance, au milieu de notre four électrique à tube. La durée de la chauffe est très courte; elle doit être de trois minutes avec un courant de 600 ampères et 50 volts. La décomposition est violente. On voit l'acide niobique entrer rapidement en fusion, et aussitôt la réaction se produit avec une vive effervescence. Dès que cette dernière est terminée, on arrête la chauffe. Après refroidissement, la nacelle renferme un lingot bien fondu, peu adhérent au graphite et à cassure franchement métallique [1].

» *Propriétés physiques*. — La fonte de niobium est assez dure; elle raie profondément le verre, et facilement le quartz. Au chalumeau à gaz oxygène, il nous a été impossible de l'amener à l'état liquide. Son point de fusion est donc supérieur à 1800°; au four électrique, elle se liquéfie avec facilité.

» *Propriétés chimiques*. — La fonte de niobium chauffée légèrement dans une atmosphère de fluor devient incandescente et fournit d'abondantes fumées blanches d'un fluorure volatil. A la température de + 205°, elle est attaquée par le chlore avec un grand dégagement de chaleur, et il se produit le chlorure de niobium volatil $NbCl^5$, de couleur jaune d'or. La vapeur de brome l'attaque à une température un peu supérieure en fournissant un sublimé jaune à peine coloré. A la température de fusion du verre, l'iode est sans action.

» La fonte de niobium réduite en poudre et chauffée dans un courant d'oxygène prend feu vers 400°; l'incandescence est très vive, et il se fait un acide niobique léger qui paraît foisonner au moment de la combustion. La réaction est identique en présence de l'air, bien que la température de combinaison soit plus élevée. La vapeur de soufre, à la température de 600°, ne produit qu'une attaque superficielle. Le sélénium et le tellure sont sans action à la même température.

» Lorsque l'on chauffe cette fonte de niobium réduite en poudre, dans un courant d'azote à 1200°, chaque parcelle de métal se recouvre d'une belle couche jaune plus ou moins profonde, d'un azoture de niobium, dont nous donnerons plus tard la composition. Mais à une température de 500° à 600°, l'azote, le phosphore, l'arsenic et l'antimoine sont sans action apparente sur cette fonte de niobium.

---

[1] Le refroidissement doit se faire autant que possible à l'abri de l'azote de l'air.

» L'action du carbone est assez curieuse. Maintenu peu de temps à l'état liquide, en présence de graphite, le niobium absorbe lentement du carbone qui entre en combinaison. En chauffant l'acide niobique en présence d'un excès de charbon, nous n'avons pas encore obtenu de fonte contenant un excès de graphite.

» Le niobium s'allie difficilement avec les métaux; le sodium, le potassium et le magnésium peuvent être distillés sur cette fonte de niobium sans s'y combiner. Il ne donne pas de combinaison avec le zinc. Chauffé avec du fer doux à la température de fusion du métal, une petite quantité entre en combinaison. L'examen d'une surface polie de cet alliage de fer et de niobium a montré : 1° des fragments de niobium non altérés; 2° des stries irrégulières d'une combinaison de fer et de niobium ou d'un carbure double de fer et de niobium; 3° un milieu ferrugineux très abondant servant de dissolvant.

» L'acide chlorhydrique gazeux attaque la fonte de niobium au-dessous du rouge sombre et sans incandescence; il se dégage de l'hydrogène, et il se sublime un chlorure d'un blanc jaunâtre.

» A la température ordinaire, le niobium ne réagit pas sur l'eau; même à 600°, la vapeur d'eau et l'hydrogène sulfuré n'exercent aucune action sur la fonte de niobium réduite en poudre.

» Le gaz ammoniac passant au rouge sur cette fonte en poudre fine est complètement dissocié en hydrogène et azote. Le niobium, dans cette expérience, ne change pas de poids et il paraît se faire une décomposition semblable à celles qui ont été indiquées par MM. Ramsay et Young.

» Le gaz acide sulfureux est réduit avec incandescence vers 600°. Le protoxyde d'azote au rouge sombre produit une combustion très vive et il reste une poudre grise qui ne renferme pas d'azote. La réaction est incomplète. Avec le bioxyde d'azote, on obtient le même résultat et la combustion est plus vive. L'anhydride phosphorique est réduit par la fonte de niobium au rouge sombre, avec une abondante volatilisation de vapeurs de phosphore. Le gaz acide carbonique est décomposé au rouge avec production d'oxyde de carbone. L'acide iodique et l'anhydride arsénique sont réduits avec incandescence à une température plus basse. Le sesquioxyde de chrome maintenu au four électrique avec la fonte de niobium liquide est réduit avec facilité et donne un alliage cassant de chrome et de niobium.

» Le protoxyde et le bioxyde de plomb additionnés de niobium pulvérisé déflagrent dès que l'on chauffe légèrement. Les deux chlorures de

mercure sont décomposés au rouge sombre avec formation de chlorure de niobium et mise en liberté de mercure.

» La fonte de niobium est attaquée par la potasse en fusion; il se fait un niobate alcalin et de l'hydrogène se dégage.

» Le sulfate de potassium en fusion est réduit par le niobium avec production de sulfure de potassium et de petits cristaux bleus insolubles dans l'eau bouillante, et présentant au microscope l'apparence de petits cubes. Le chlorate de potassium ne réagit pas sur le niobium avant sa température de décomposition. Mais lorsque cette température est atteinte, la réaction se produit avec une vive incandescence. De même l'azotate de potassium chauffé à sa température de décomposition fournit au contact de la fonte de niobium un violent dégagement de vapeurs nitreuses.

» La solution d'acide fluorhydrique attaque lentement la fonte de niobium. Au contraire, l'acide chlorhydrique et l'acide azotique n'exercent aucune action sur ce corps même à leur température d'ébullition. L'acide sulfurique n'est pas décomposé à froid par la fonte de niobium réduite en poudre fine. En chauffant, l'attaque se produit avec une grande lenteur; l'acide se colore en brun et il se précipite de l'acide niobique. La fonte de niobium n'est pas attaquée par l'eau régale, tandis qu'elle se dissout rapidement dans un mélange d'acide fluorhydrique et d'acide nitrique.

» *Analyse.* — Le dosage du carbone dans la fonte de niobium a été fait par combustion dans l'oxygène. La fonte réduite en poudre fine était placée dans une nacelle et chauffée dans un tube de verre de Bohême. La combustion se fait avec une grande facilité, et nous nous sommes assuré qu'elle est rapidement complète. Du poids d'acide carbonique recueilli il est facile de déduire le poids du carbone combiné. Nous rappellerons que, dans toutes les fontes que nous avons préparées jusqu'ici, nous n'avons jamais rencontré de graphite libre [1]. Nous indiquerons ci-dessous quelques-unes de nos analyses :

	1.	2.	3.	4.	5.
Carbone combiné......	3.40	3.15	2.95	2.71	2.30

» *Conclusions.* — En résumé, l'emploi du four électrique permet d'obtenir avec facilité une fonte mixte de niobium et de tantale de laquelle, en appli-

[1] Nous nous sommes assuré, dans des expériences préliminaires, que la fonte de niobium ne dissolvait pas l'azoture du même corps simple.

quant la méthode de Marignac, on peut séparer le niobium et le tantale sous forme de composés oxygénés.

» L'acide niobique, qui était irréductible par le charbon à la plus haute température de nos fourneaux ordinaires et à celle du chalumeau à gaz oxygène, peut être réduit dans mon four électrique et donner une fonte très dure ne contenant qu'une petite quantité de carbone combiné. Cette fonte, qui reste solide à la température de fusion du platine, qui est à peu près inattaquable par les acides, qui n'exerce pas d'action au rouge sur la vapeur d'eau, qui brûle dans l'oxygène avec facilité en produisant un acide stable, possède en même temps des propriétés réductrices très curieuses. Cet ensemble de réactions éloigne le niobium des métaux et rapproche ce corps simple du bore et du silicium. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Directeur du Muséum d'Histoire naturelle** invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration de la statue élevée à *Chevreul* dans la cour d'honneur du Muséum. Cette inauguration aura lieu le jeudi 11 juillet, à 10 heures du matin.

M. Fouqué, Président de l'Académie, et M. Gautier sont désignés pour représenter l'Académie à cette cérémonie.

M. **Maupas**, M. **Van Beneden**, nommés Correspondants pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adressent des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage ayant pour titre : Expédition norvégienne de 1899-1900 pour l'étude des aurores boréales. Résultats des recherches magnétiques, par M. *Kr. Birkeland*. (Présenté par M. Poincaré.)

2° Un Traité général de Viticulture. Ampélographie publiée par MM. *Viala* et *Vermorel*. Tome II. (Présenté par M. Guignard.)

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses nouvelles, découvertes à l'Observatoire de Paris* [1] (*équatorial de la tour de l'Ouest*). Note de M. G. BIGOURDAN, communiquée par M. Lœwy.

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Dates de la découverte, de la description. — Remarques.
	h m s	° ′	
393.	7.54.10	+ 5.53	1899 mars 5. — Gr. 13,3. Objet d'aspect demi-nébuleux, qui paraît formé par une étoile 13,3, entourée de nébulosité de 7″ à 8″ de diamètre.
394.	8. 1.44	+ 8.20	1899 mars 11. — Gr. 13,4-13,5. Objet assez nébuleux, granuleux et de 30″ environ d'étendue.
395.	8.28.49	+26.10	1899 mars 13. — Gr. 13,5. Trace de nébulosité excessivement faible, excessivement diffuse et assez large, ayant peut-être 2′ de diamètre.
396.	8.50.47	— 3. 1	1897 mars 29. — Gr. 13,5. Objet entrevu seulement et qui paraît nébuleux.
397.	9.13.39	+64.41	1899 mars 14. — Gr. 13,4. Néb. assez diffuse, de 30″ environ de diamètre, qui se distingue très difficilement de 2820 N.G.C.
398.	9.20.15	— 6.23	1899 mars 5. — Gr. 13,2-13,3. Réunion de deux ou trois étoiles entremêlées de nébulosité.
399.	9.36.15	+36.47	1897 février 27. — Gr. 13,3. Néb. arrondie, de 35″ de diam., avec condensation centrale demi-stellaire qui ressort assez bien.
400.	10.39.11	+72.51	1899 mars 14. — Gr. 13,4-13,5. Néb. très diffuse, d'env. 30″ d'étendue, à peine plus brillante au centre.
401.	10.39.46	+72.51	1899 mars 14. — Gr. 13,4. Objet demi-nébuleux, demi-stellaire, de 40″ env. d'étendue, dans lequel on entrevoit au moins 3 étoiles très faibles.
402.	10.44.16	+33.29	1899 avril 11. — Gr. 13,4. Objet nébuleux, de 20″ environ d'étendue, se distinguant difficilement de 3395 N.G.C. qui est vers $p = 20°$, $d = 0′,3$.
403.	10.45.16	—11.35	1898 avril 19. — Gr. 13,3. Nébuleuse de 30″ environ d'étendue et qui est un peu stellaire.
404.	10.47.24	+10.39	1898 mars 26. — Gr. 13,5. Objet entrevu seulement.
405.	11.16.56	+24.52	1897 avril 24. — Gr. 13,4-13,5. Objet fortement stellaire qui paraît accompagné de nébulosité; une étoile 13,0 est vers $p = 300°$, $d = 2′,5$.

(1) Cette liste fait suite à celles des pages 1094 et 1465 du Tome CXXXII.

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Dates de la découverte, de la description. — Remarques.
	h m s	° ′	
406.	11.39.55	+20.10	1899 avril 30. — Gr. 13,4-13,5. Nébuleuse sans détail perceptible, voisine de 3862 N.G.C.
407.	11.44.39	+12.36	1899 avril 12. — Gr. 13,5. Trace de nébulosité insaisissable. Un autre objet stellaire, de gr. 13,3-13,4, passe 3ˢ après et 3′ au sud.
408.	11.58.35	+ 3.58	1898 mars 21. — Gr. 13,5. Néb. d'aspect assez granuleux; une étoile 11,5 est vers $p = 150°$, $d = 2',7$.
409.	12.49. 9	— 8.34	1898 avril 12. — Gr. 13,3. Objet d'aspect mixte, granuleux, qui paraît formé par plusieurs petites étoiles très voisines.
410.	13. 6. 1	+30.13	1897 avril 23. — Gr. 13,4-13,5. Néb. diffuse, de 30″ environ d'étendue, à peine plus brillante vers le centre, sans condensation bien marquée.
411.	13.13.55	+ 8.20	1899 avril 12. — Gr. 13,4-13,5. Objet de 30″ d'étendue, d'aspect granuleux, et qui paraît formé par plusieurs points stellaires très faibles.
412.	13.46.28	+40.13	1897 mai 4. — Gr. 13,4. Néb. assez diffuse, d'environ 1′ de diamètre, avec condensation centrale un peu granuleuse qui ressort légèrement.
413.	13.52.46	+38.15	1897 juin 1. — Gr. 13,4-13,5. Objet d'aspect mixte; paraît être un petit amas entremêlé de nébulosité. L'étoile 2494 BD + 38° est vers $p = 40°$, $d = 3'$.

Rectifications et remarques.

N.G.C.	Correction de N.G.C. Æ.	Correction de N.G.C. Décl.	Coordonnées pour 1900,0. Æ.	Coordonnées pour 1900,0. Décl.	Dates des observations.
	m s		h m s	° ′	
6043...	+0.12	»	16. 0.30	+18. 3	1888 juin 1.
6045...	+0.11	»	16. 0.37	+18. 2	1888 juin 1.
6048...	+0.27	»	15.59. 0	+70.56	1886 mai 1.
6050...	+0.11	»	16. 0.51	+18. 3	1888 juin 1.
6054...	+0. 9	»	16. 1. 5	+18. 6	1888 juin 1.
6059...	+0.11	»	16. 2. 4	— 6.11	1890 juin 19.
6079...	—1. 5	»	16. 4.40	+69.56	1884 juillet 18.
6088...	+0.36	»	16. 8.42	+57.43	1886 avril 27.
6094...	—0.39	»	16. 7.41	+72.46	1886 mai 1.
6106...	+0.20	»	16.13.56	+ 7.39	1887 juin 18.
6111...	+1.10	+23	16.14.18	+62.59	1897 mai 1.
6122...	»	+ 7	16.16.37	+38. 2	1886 mai 6.

N.G.C.	Correction de N.G.C. Æ.	Décl.	Coordonnées pour 1900,0. Æ.	Décl.	Dates des observations.
	m s	′	h m s	° ′	
6123...	+0.16	»	16.16. 1	+62.10	1888 août 31.
6154...	+0.25	»	16.22.47	+50. 6	1884 juillet 19.
6155...	−0.25	»	16.23.19	+48.36	1884 mai 29.
6182...	−0.13	»	16.27.27	+55.44	1884 juillet 19.
6202...	−0.19	»	16.36.16	+23.58	1887 mai 14.
6206 = 210 Big.					
6211...	+0.22	»	16.39.41	+57.58	1888 août 27.
6213...	+0.15	»	16.39.52	+58. 0	1888 août 27.
6236...	+0.30	»	16.45.31	+70.58	1888 août 30.
6251...	»	− 5	16.43.10	+82.42	1884 juillet 19.
6252...	»	− 5	16.43.24	+82.45	1884 juillet 19.
6292...	+0.28	»	17. 1.48	+61.11	1888 sept. 10.
6297...	+0.20	»	17. 2.34	+62. 9	1888 sept. 1.
6303...	+0.39	»	17. 5.27	+68.31	1890 sept. 15.
6317...	−0.14	»	17. 8. 8	+63. 2	1888 sept. 7.
6319...	+0.27	»	17. 8.55	+63. 6	1888 sept. 7.
6324...	+0.45	»	17. 8.41	+75.32	1884 juillet 22.
6331...	+0.47	»	17. 9.11	+78.45	1884 juillet 22.
6395...	−0.28	»	17.27.50	+71.11	1888 août 8.
6409...	+0.26	»	17.34.10	+50.50	1888 août 7.
6412...	+0.29	»	17.33.10	+75.46	1884 juillet 24.
6419...	+0.16	»	17.36.32	+68.13	1888 sept. 6.
6420...	+0.23	»	17.36.40	+68. 6	1888 sept. 6.
6422...	+0.17	»	17.36.53	+68. 7	1888 sept. 6.
6423...	+0.13	»	17.37.19	+68.14	1888 sept. 7.
6454...	+0.17	»	17.43. 4	+55.45	1890 oct. 4.
6461...	−0.18	»	17.42.19	+73.26	1888 août 13.
6497...	+0.15	»	17.49.58	+59.31	1890 oct. 6.
6498...	+0.15	»	17.49.59	+59.29	1890 oct. 6.
6505...	−0.15	»	17.50.52	+65.33	1890 oct. 8.
6510...	−0.20	»	17.52.49	+60.52	1890 oct. 6.
6511...	−0.17	»	17.53.33	+60.51	1890 oct. 6.
6532...	+0.20	»	17.57.26	+56.14	1888 sept. 6.
6538...	+0.25	»	17.56.38	+73.26	1890 oct. 10.
6555...	+0.40	»	18. 3.24	+17.35	1884 juin 16.

ASTRONOMIE. — *Observation, en mer, de la comète de mai* 1901. Note de MM. **Doué** et **Rivet**, présentée par M. Hatt [1].

« La position de la comète (3 au 14 mai inclus) a été déterminée par ses distances aux cinq étoiles suivantes : Canopus, Sirius, Rigel, Bételgeuse et Aldébaran. Le résultat des observations est consigné dans le Tableau suivant :

Dates.	Temps vrai du lieu.	Points estimés.	D.	Æ.	Queue. Longueur.	Queue. Inclinaison.
3 mai...	$6^h 42^m 1^s$	L = 14°11′,5 S G = $9^h 28^m 50^s$ O	1°30′ S	$3^h 45^m$	1°0′	45°
4 mai...	6.37.30	L = 13°0′,9 S G = $9^h 10^m 36^s$ O	1.5 S	3.55	1.50	45
5 mai...	6.52.20	L = 11°49′ S G = $8^h 53^m 48^s$ O	0.25 S	4.8	3.10	50
6 mai...	6.34.11	L = 10°41′,3 S G = $8^h 37^m 38^s$ O	0.20 N	4.25	5.30	50
7 mai...	6.49.15	L = 9°40′,1 S G = $8^h 20^m 39^s$ O	0.50 N	4.34	6.40	60
8 mai...	6.54.30	L = 8°58′,5 S G = $9^h 3^m 37^s$ O	1.20 N	4.46	7.46	60
9 mai...	6.57.3	L = 7°56′,5 S G = $7^h 47^m 21^s$ O	1.45 N	4.53	9.30	60
13 mai...	7.0.0	L = 3°37′ S G = $6^h 45^m 22^s$ O	3.15 N	5.24	9.40	65
14 mai...	7.10.2	L = 2°40′ S G = $6^h 29^m 11^s$ O	3.40 N	5.33	9.51	70

» *Caractères généraux de la comète.* — La comète fusiforme, aperçue et observée du 3 au 14 mai inclus, avait, à partir du 6 mai, une seconde queue. Sa visibilité, assez forte au début, a diminué progressivement et d'une façon sensible. Sa courbe, inclinée d'environ 11° sur l'équateur et 20°

(1) La Note de MM. Doué, lieutenant de vaisseau, et Rivet, aspirant de première classe, est extraite d'un Rapport adressé au Ministre de la Marine qui a bien voulu, en raison de l'intérêt qu'elle présentait, autoriser sa Communication à l'Académie. Les observations ont été faites à bord du croiseur le *Protet,* au cours d'une traversée de Tahiti à Panama.

sur l'écliptique, paraît devoir couper l'écliptique vers le 20 juin 1901 et a coupé l'équateur entre le 5 et le 6 mai par $4^h 16^m,5$ d'ascension droite.

» *Noyau et chevelure.* — Du 3 au 8 mai, on distingue un noyau dont l'éclat correspond à celui d'une étoile de deuxième grandeur.

» Du 9 au 15 mai, le noyau et la chevelure ne forment plus qu'une masse diffuse. L'ensemble a alors l'éclat d'un groupe d'étoiles de cinquième grandeur.

» *Queues.* — Les queues sont rectilignes; la queue supérieure, vue dès le 3 mai, est la plus brillante.

» La queue inférieure, aperçue le 5 mai seulement pour la première fois, faisait environ un angle de 30° avec la première; cet angle a été en décroissant légèrement. L'éclat de la seconde queue, qui a toujours été environ deux fois plus faible que celui de la queue supérieure, peut être comparé à l'éclat de la voie lactée.

» A partir du 11 mai, l'intensité de leur éclat faiblit, mais on a toujours pu distinguer les étoiles au travers des queues.

» Leurs longueurs étaient identiques et ont été en augmentant depuis le commencement du phénomène. »

PHYSIQUE. — *Sur une interprétation mécanique des principes de la Thermodynamique.* Note de M. **André Séligmann-Lui**, présentée par M. Poincaré.

« La théorie qui suit suppose les corps constitués par des points matériels doués de masse, entre lesquels s'exercent des forces dirigées suivant les lignes qui joignent les points deux à deux et ne dépendant que de la distance des points entre eux. Dans un tel système, en mouvement permanent, l'énergie potentielle P s'exprime par $\Sigma[2\varphi(r)]$, et l'énergie cinétique V, par $\Sigma[r\varphi'(r)]$; leur somme est l'énergie totale U. Le principe de la conservation de l'énergie est réalisé; il n'est que la traduction du théorème des forces vives. Le second principe de la Thermodynamique doit aussi traduire un principe de Mécanique rationnelle, que j'énonce comme il suit :

» *Postulat.* — Soit un système en mouvement permanent. Si l'état d'équilibre vient à cesser par suite d'une modification infiniment petite, le système tendra à prendre un état d'équilibre nouveau. Ce déplacement se fera dans le sens des forces agissantes, qui produiront un travail positif, de sorte que l'énergie cinétique du système ira toujours en croissant.

» L'accroissement d'énergie cinétique peut être très petit, et nul à la limite. Dans ce cas, le mouvement sera réversible.

» Pour qu'un système isolé soit stable, il faut qu'aucune variation virtuelle ne puisse se produire avec augmentation de l'énergie cinétique, c'est-à-dire que $\Sigma\, dV$ soit toujours nul, en étendant le signe Σ à toutes les parties du système. Mais $\Sigma\, dU$ est déjà nul. Le rapport $\frac{dU}{dV}$ doit donc être constant pour qu'aucune partie du système ne puisse gagner d'énergie aux dépens des autres. Le rapport $\frac{dU}{dV}$ est caractéristique de la température T, il est fonction de T, soit $f(T)$.

» Dans un cycle de Carnot, soit dV l'énergie cinétique perdue par la source chaude à température T_1, et gagnée par la source froide, à température T_2. L'énergie totale perdue par la source chaude sera $f(T_1)\,dV$, et la source froide gagnera $f(T_2)\,dV$; la différence est le travail externe, et le rendement du cycle est $\frac{f(T_1)-f(T_2)}{f(T_1)}$ expression qui doit s'identifier avec $\frac{T_1-T_2}{T_1}$. On aura donc

$$\frac{dU}{dV} = MT.$$

M est indépendant des corps en présence et de la température. L'énergie cinétique V s'identifie avec l'entropie $\int \frac{dU}{T}$.

» L'énergie totale croît avec la température, puisqu'on produit de la chaleur en dépensant du travail mécanique. Deux corps de température inégale T et $T + dT$, mis au contact, prennent une température intermédiaire commune, le corps chaud cédant au corps froid une quantité positive dU d'énergie totale; le système gagne une quantité d'énergie cinétique $dU\left[\frac{1}{MT} - \frac{1}{M(T+aT)}\right]$, qui est positive, le phénomène étant irréversible. M est donc positif.

» La force φ' ne peut pas avoir la forme exponentielle $\frac{1}{r^n}$, comme l'attraction astronomique; car le rapport $T = \frac{\Sigma(3\varphi' + r\varphi'')\,dr}{\Sigma(\varphi' + r\varphi'')\,dr}$ se réduirait à $\frac{n-3}{n-1}$, et serait indépendant de r.

» La condition d'équilibre devant être satisfaite pour toute variation virtuelle, il y a autant d'équations d'équilibre que de variables indépendantes; toutes les distances r sont donc déterminées à chaque température.

Cependant les gaz peuvent, à une même température, occuper un volume variable. Il faut donc qu'une des équations d'équilibre soit satisfaite, quel que soit le volume. C'est ce qui se produit, si l'on admet qu'à température constante : 1° l'énergie totale interne du gaz ne varie pas (*loi établie par l'expérience*); 2° l'énergie cinétique ne dépend que du volume et non de la pression. Le travail total de la détente, à température constante, se réduisant au travail externe $A p\, dv$, la condition d'équilibre devient

$$A p\, dv = \mathrm{MT} f(v)\, dv,$$

équation qui peut toujours être satisfaite pour une valeur convenable de $p = \frac{\mathrm{MT}}{\mathrm{A}} f(v)$. Quel que soit le volume offert au gaz par son enveloppe, cette pression s'établira. Les deux lois admises ont pour conséquence la loi de Gay-Lussac. Si, de plus, la fonction $f(v)$ est de la forme $\frac{\mathrm{K}}{v}$, on retrouvera la loi de Mariotte. Le coefficient K est indépendant de la température; il est constant pour les gaz simples pris en proportions équivalentes.

» L'énergie cinétique étant fonction du volume, il faut rejeter entièrement la théorie cinétique des gaz.

» Tandis que le rendement des machines thermiques est limité, celui des machines électriques est théoriquement parfait. On peut transformer intégralement en travail l'énergie fournie par un corps électrisé dont on diminue la charge. Or, si l'on passe d'un état permanent à un autre état permanent, il est impossible, d'après le postulat énoncé, de faire du travail avec de l'énergie cinétique. Le surcroît d'énergie d'un système électrisé sur un système neutre est donc intégralement de l'énergie potentielle.

» Soit une transformation d'un corps, changement d'état, réaction chimique, qui accroît de ΔU l'énergie totale, et de ΔV l'énergie cinétique de ce corps. ΔU étant emprunté aux corps voisins à la température T de la transformation, ces corps perdent une quantité d'énergie cinétique $\frac{\Delta U}{\mathrm{MT}}$. Le système du corps transformé et des corps voisins a pris un surcroît d'énergie cinétique $\Delta V - \frac{\Delta U}{\mathrm{MT}}$, qui doit être positif pour que la transformation soit possible. On retrouve donc la condition bien connue

$$\Delta U - \mathrm{MT}\,\Delta V < 0.$$

» Mais cette condition dépend essentiellement de la source d'énergie. Si le surcroît ΔU est emprunté simultanément à de l'énergie calorifique H et à de l'énergie électrique P, la variation d'énergie cinétique, qui doit être positive, est $\Delta V - \frac{H}{MT}$, et la condition nécessaire du phénomène devient

$$\Delta U - MT\Delta V - P < 0.$$

» Si P est négatif, c'est-à-dire si la réaction alimente une pile électrique, $MT\Delta V - \Delta U$ est le maximum d'énergie que la pile puisse fournir. »

OPTIQUE. — *Sur les indices de réfraction des mélanges des liquides.* Note de MM. **J. de Kowalski** et **Jean de Modzelewski**, présentée par M. Lippmann.

« L'expérience a démontré qu'en général la constante diélectrique d'un mélange n'est pas liée par une loi simple à la constante diélectrique de chaque corps séparé.

» James-C. Philip (*Zeitschrift für phys. Chemie*, Vol. XXIV), d'une part, et Coolidge (*Wiedemann Annalen*, Vol. LXIX, p. 149), de l'autre, ont étudié ce sujet très spécialement.

» J.-C. Philip a essayé les deux formules suivantes :

$$(1) \qquad \frac{\sqrt{k-1}}{d}100 = \frac{\sqrt{k_1-1}}{d_1}p_1 + \frac{\sqrt{k_2-1}}{d_2}(100-p_1),$$

$$(2) \qquad \frac{k-1}{k-2}\,\frac{100}{d} = \frac{k_1-1}{k_1+2}\,\frac{p_1}{d_1} + \frac{k_2-1}{k_2+2}\,\frac{100-p_1}{d_2}.$$

» Dans ces formules, k signifie la constante diélectrique du mélange; k_1 la constante diélectrique d'une des composantes; k_2 la constante diélectrique de l'autre; d le poids spécifique de la première et d_2 de la seconde des composantes; p_1 signifie le poids de la première composante dans 100^{gr} de la solution.

» Philip trouve que ni l'une ni l'autre de ces formules ne sont conformes aux résultats obtenus par les expériences.

» Comme l'indice de réfraction est étroitement lié à la constante diélectrique, il était intéressant de voir si ces anomalies se retrouvent encore pour l'indice de réfraction des mélanges.

» Dans ce but, nous avons déterminé l'indice de réfraction et la densité

des mélanges d'éther avec du chloroforme, de l'alcool éthylique avec la benzine, du toluol avec le même alcool.

» Dans les Tableaux suivants, qui comprennent les résultats obtenus, n signifie l'indice de réfraction du mélange pour la raie jaune du sodium; N_1 l'indice de réfraction du mélange, calculé d'après la formule

$$\frac{N_1-1}{d}=\frac{n_1-1}{d_1}p_1+\frac{n_2-1}{d_2}(100-p_1); \tag{3}$$

N_2 l'indice de réfraction du mélange calculé d'après la formule

$$\frac{N_2^2-1}{N_2^2+2}\frac{100}{d}=\frac{n_1^2-1}{n_1^2+2}\frac{p_1}{d_1}+\frac{n_2^2-1}{n_2^2+2}\frac{100-p_1}{d_2}, \tag{4}$$

où les notations correspondent aux formules (1) et (2).

Alcool éthylique-Benzène.

	Poids d'alcool sur 100gr de la solution.	*d.*	N.	N_1.	N_2.
1	0,000	0,88153	1,50165	»	»
2	0,343	0,88116	1,50061	1,50111	1,5005
3	2,296	0,87910	1,49760	1,49880	1,4977
4	3,337	0,87710	1,49560	1,49580	1,4954
5	5,527	0,87560	1,49237	1,49282	1.4922
6	12,117	0,86944	1,48234	1,48286	1,4825
7	13,242	0,86810	1,48000	1,48101	1,4800
8	17,960	0,86355	1,47314	1,47387	1,4728
9	28,682	0,85398	1,45687	1,45825	1,4567
10	41,319	0,84304	1,43864	1,44099	1,4385
11	46,249	0,83887	1,43171	1,43344	1,4317
12	52,830	0,83335	1,42251	1,42438	1,4226
13	69,238	0,81964	1,40053	1,40216	1,4006
14	85,375	0,80623	1,38008	1,38084	1,3802
15	100,000	0,79405	1,36193	»	»

Alcool éthylique-Toluol.

	Poids d'alcool sur 100gr de la solution.	*d.*	*n.*	n_1.	n_2.
1	100,000	0,79373	1,36136	»	»
2	85,869	0,80422	1,37875	1,37891	1,3894
3	66,260	0,81841	1,40396	1,40407	1,4113
4	55,346	0,82622	1,41821	1,41885	1,4245
5	51,166	0,82921	1,42381	1,42438	1,4294
6	42,173	0,83597	1,44185	1,43653	1,4406
7	28,921	0,84553	1,45417	1,45454	1,4571
8	17,578	0,85438	1,47137	1,47152	1,4628
9	00,000	0,86753	1,49551	»	»

Chloroforme-Éther.

	Poids du chloroforme sur 100gr de la solution.	d.	n.	n_1.	n_2.
1	100,000	1,4763	1,44406	»	»
2	83,064	1,2516	1,41901	1,41740	1,4169
3	70,830	1,1346	1,40662	1,4047	1,4038
4	57,095	1,0242	1,39401	1,3920	1,3921
5	49,858	0,97796	1,38919	1,3878	1,3882
6	45,443	0,94693	1,38375	1,3837	1,3336
7	33,103	0,84844	1,37104	1,3698	1,3709
8	16,704	0,78850	1,36288	1,3628	1,3628
9	00,000	0,71691	1,35287	»	»

» Nous voyons d'après ces résultats que la formule (3) et la formule (4) permettent également bien de calculer les indices de réfraction d'après la loi des mélanges.

» On peut expliquer ce fait de la manière suivante : La constante diélectrique k peut être exprimée, d'après Drude, par l'équation

$$k = \mathrm{A} + \Sigma\vartheta, \tag{5}$$

où A est le membre indépendant du temps dans la formule de dispersion et $\Sigma\vartheta$ signifie la somme des constantes diélectriques des groupes d'atomes du corps dont la période de vibrations est dans l'ultra-rouge. Autrement dit, la différence entre la constante diélectrique et le carré de l'indice de réfraction pour des ondes très longues dépend de l'absorption du corps dans la partie ultra-rouge du spectre.

» Si donc on ne trouve pas, pour l'indice de réfraction, les anomalies signalées pour la constante diélectrique du mélange des corps étudiés, on peut l'expliquer en admettant que ce n'est que l'absorption dans l'infra-rouge qui change dans ce mélange d'une manière irrégulière. Cette hypothèse est d'autant plus vraisemblable qu'on peut s'attendre aux changements moléculaires, au sein des mélanges étudiés.

» Les études cryoscopiques le prouvent pour les mélanges des alcools avec les hydrocarbures. Le grand développement de chaleur lors du mélange de l'éther avec le chloroforme l'indiquerait aussi. »

ÉLECTRICITÉ. — *Les ondes hertziennes dans les orages.* Note de M. F. **Larroque**, présentée par M. A. Cornu.

« L'influence que les tempêtes orageuses exercent à des milliers de kilomètres sur les personnes affectées de certaines maladies nerveuses, et cela bien avant que les instruments annoncent l'approche du phénomène atmosphérique, m'avait induit à penser que les ondes hertziennes émises par les massifs orageux étaient susceptibles de parvenir par propagation successive (relais) à des distances énormes en suivant la moyenne et la haute atmosphère, et devaient ainsi contribuer à l'extension des troubles atmosphériques et provoquer les états nerveux que l'on constate chez certains sensitifs.

» Avec le dispositif suivant, qui réalise un système élémentaire de télégraphie sans fil, je suis parvenu à vérifier l'exactitude de mes prévisions. Considérant un massif orageux en convection d'un côté avec la terre et de l'autre avec la moyenne et la haute atmosphère comme *poste transmetteur,* j'ai simplement constitué un *poste récepteur* au moyen d'un plateau horizontal en zinc, de 40^{cm} de diamètre, exposé à l'air libre et relié à une prise de terre par un fil en cuivre de 1^{mm} de diamètre, lequel traverse une chambre murée et obscure à l'intérieur de laquelle il présente une solution de continuité pourvue d'un micromètre à étincelles. On observe les étincelles sans grossissement.

» Pendant le grand trouble atmosphérique de ce mois de juin 1901, plusieurs séries d'observations nocturnes ont été faites. Je n'en citerai que deux : celle qui, au début de la tourmente en Europe, coïncida avec l'orage de neige signalé sur les Grampians (Écosse), et une autre effectuée durant un orage qui, dans la nuit du 18 au 19, était, du département des Alpes-Maritimes, visible sur la Corse. Dans les deux cas le ciel était parfaitement serein au lieu des observations.

» Je me permets d'attirer l'attention de l'Académie sur l'importance probable, en météorologie, des rayons de force électrique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Acidimétrie de l'acide arsénique.* Note de MM. A. **Astruc** et J. **Tarbouriech**.

« Nous avons repris et complété l'étude de la saturation de l'acide arsénique par les bases, déjà indiquée sommairement par MM. Joly et Blarez.

» Nos essais ont porté sur une solution décinormale d'acide arsénique;

les solutions de bases alcalines, de baryte et de strontiane étaient également décinormales; la solution de chaux titrait 1gr,60 de $Ca(OH)^2$ par litre.

» Nous avons constaté qu'une molécule d'acide arsénique est saturée vis-à-vis du méthylorange par une molécule de potasse, de soude et d'ammoniaque, et par une demi-molécule de baryte, de strontiane ou de chaux; l'opération, effectuée soit à froid, soit à chaud, donne des résultats identiques, et en tous points comparables à ceux que fournit l'acide phosphorique dans les mêmes conditions.

» Les résultats obtenus avec la phénolphtaléine présentent quelques particularités.

» A froid, la neutralisation d'une molécule d'acide arsénique est obtenue par deux molécules de base alcaline, ou par une molécule de base alcalino-terreuse. A la température de l'ébullition, les premières se comportent encore de la même façon, mais on observe pour les secondes des différences notables; le virage du colorant ne se produit qu'après l'addition de 1mol,5 de chaux, de baryte ou de strontiane.

» Si l'on compare ces données à celles fournies par l'acide phosphorique, on constate les différences suivantes: A la température ordinaire, une molécule d'acide phosphorique demande, pour la saturation vis-à-vis de la phénolphtaléine, 1mol,4 environ de chaux ou de strontiane, et une molécule de baryte; une molécule d'acide arsénique exige seulement une molécule de ces mêmes bases; cependant, si l'on effectue l'opération en s'aidant de la chaleur, on obtient ainsi directement des arséniates trimétalliques.

» La saturation des arséniates monométalliques en présence de phénolphtaléine donne des résultats du même genre.

» Mais l'acidimétrie de l'acide arsénique peut être effectuée en présence d'un sel alcalino-terreux, et les résultats obtenus méritent d'être rapprochés de ceux qui ont déjà été indiqués à propos de l'acide phosphorique.

» Nous rappellerons que l'opération se fait de la façon suivante : A une solution d'acide phosphorique, de phosphate monométallique ou dimétallique, on ajoute une quantité quelconque de chlorure alcalino-terreux, et un excès de solution alcaline titrée; on détermine ensuite l'excès d'alcali au moyen d'une solution titrée acide; dans ces conditions tout l'acide phosphorique est précipité à l'état de phosphate trimétallique alcalino-terreux.

» Les résultats sont différents avec l'acide arsénique. En opérant de la même manière, et à froid, on constate, par l'addition de l'excès de potasse ou de soude, la formation d'un précipité abondant et gélatineux d'arséniate trimétallique alcalino-terreux; mais en ajoutant la solution acide jusqu'à disparition de la coloration rosée, due à la phénolphtaléine, ce précipité se dissout peu à peu, de sorte que la quantité d'alcali entrant en réaction indique seulement la formation d'un arséniate dimétallique alcalino-terreux. Toutefois, il est à noter qu'à l'ébullition le précipité d'arséniate trimétallique qui se forme prend un aspect cristallin, reste indissous, et ne se transforme plus par l'addition d'acide titré en arséniate dimétallique.

» *En résumé*, la saturation de l'acide arsénique et de l'acide phosphorique par les bases alcalines ne présente pas de différence sensible; au contraire elle diffère sur plusieurs points avec les bases alcalino-terreuses; en particulier le sel trimétallique obtenu à froid et en liqueur étendue par l'acide arsénique, en présence des alcalis et d'un excès de chlorure alcalino-terreux, se transforme en dimétallique dès qu'on sature l'excès de base par un acide titré, ce qui n'a pas lieu avec l'acide phosphorique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la combinaison non colorante du tétrazotolylsulfite de sodium avec l'éthyle-β-naphtylamine et sa transformation en matière colorante.* Note de MM. **A. Seyewetz** et **Blanc**, présentée par M. A. Haller.

« On sait que le sulfite de sodium donne, avec les dérivés di et tétrazoïques, des combinaisons dans lesquelles les propriétés des diazoïques sont masquées; celles-ci, en effet, ne fournissent plus avec les amines et les phénols de matières colorantes, mais si l'on expose à la lumière le dérivé sulfité additionné de l'amine ou du phénol, la matière colorante prend naissance.

» Nous avons recherché le mécanisme de cette réaction dans le cas particulier du tétrazotolylsulfite de soude et de l'éthylnaphtylamine-β, ayant reconnu qu'en mélangeant ces deux substances on pouvait obtenir une combinaison non colorante qui, après avoir été isolée, est susceptible de donner sous l'action de la lumière la même matière colorante que le mélange des réactifs. Nous avons déterminé d'une part la constitution du composé non colorant, d'autre part celle de la matière colorante.

» 1° *Combinaison du dérivé tétrazoïque de la tolidine avec le sulfite de soude.* — Nous avons constaté que, pour obtenir dans cette combinaison le meilleur rendement, il fallait une quantité de sulfite de soude égale au triple de la quantité théorique; mais, malgré l'excès de sulfite de soude employé, la formule du composé correspondait toujours à la combinaison d'une molécule de tétrazotolidine pour deux molécules de sulfite de soude. Ce dérivé sulfité cristallisé dans une solution de sulfite de soude à 10 pour 100, puis lavé à l'eau froide saturée de dérivé tétrazosulfité, répond à la composition suivante :

$$\begin{array}{l} CH^3 - C^6H^3 - Az = Az - SO^3Na \\ \qquad\quad | \\ CH^3 - C^6H^3 - Az = Az - SO^3Na \end{array}$$

» 2° *Combinaison du tétrazotolylsulfite de soude avec l'éthylnaphtylamine* β. — Si l'on mélange une solution aqueuse de tétrazotolylsulfite de soude à une solution de chlorhydrate d'éthylnaphtylamine β, on obtient un précipité huileux jaune orangé qui, au bout de quelques heures de repos, se sépare en un produit jaune cristallin. C'est avec une molécule de tétrazosulfite pour deux molécules d'éthylnaphtylamine que l'on obtient le meilleur rendement. On est obligé d'opérer sur un assez grand volume de solution, étant donnée la faible solubilité de l'amine employée (7^{gr} à 8^{gr} par litre à 12°), et l'on ajoute à la solution 1^{cc} d'acide chlorhydrique par litre d'eau pour éviter la dissociation du chlorhydrate par l'eau.

» On peut obtenir de suite le composé jaune cristallin par agitation du produit huileux avec une très petite quantité d'alcool froid.

» Le produit est purifié par cristallisation dans l'eau alcoolique à 30 pour 100 chauffée vers 80°; il faut éviter de dépasser cette température, car au-dessus la transformation partielle du composé non colorant en matière colorante rouge se produit.

» *Propriétés*. — Cristaux jaune orangé, se décomposant sans fondre vers 160°, insolubles dans l'eau froide, très peu solubles à chaud, assez solubles dans l'alcool froid, plus solubles à chaud, insolubles dans l'éther, la benzine et le chloroforme. Par les acides étendus à l'ébullition, ou à froid par les acides concentrés, il se dégage de l'acide sulfureux. Avec les alcalis, on obtient au sein de l'alcool un précipité très peu soluble dans l'eau et l'alcool. Par ébullition prolongée avec l'alcool, il se dégage de l'acide sulfureux et le produit se transforme en une matière colorante. Ce composé répond à la formule

$$(C^2H^5)HAz - C^{10}H^6 - \underset{}{\overset{SO^3H}{Az}} - AzH - \overset{CH^3}{C^6H^3} - \overset{CH^3}{C^6H^3} - AzH - \underset{SO^3H}{Az} - C^{10}H^6 - AzH(C^2H^5).$$

» *Hypothèse sur la constitution de la combinaison.* — On peut admettre que le tétrazotolylsulfite de soude réagit sur le chlorhydrate d'éthylnaphtylamine d'après l'équation

$$\begin{array}{l} \overset{CH^3}{C^6H^3} - Az = Az - SO^3Na \\ | \\ \underset{CH^3}{C^6H^3} - Az = Az - SO^3Na \end{array} + 2[C^{10}H^7 - AzH(C^2H^5)HCl] = 2NaCl + \begin{array}{l} \overset{CH^3}{C^6H^3} - AzH - \overset{SO^3H}{Az} - C^{10}H^6 - AzH(C^2H^5) \\ | \\ \underset{CH^3}{C^6H^3} - AzH - \underset{SO^3H}{Az} - C^{10}H^6 - AzH(C^2H^5) \end{array}$$

(Combinaison non colorante.)

» On ne retrouve, en effet, plus de sodium dans cette combinaison, et si on la traite en solution alcoolique par la potasse ou par la soude, on obtient un sel de potassium ou de sodium très peu soluble dans l'eau et l'alcool, dans léquel la quantité de potassium correspond à la saturation exacte des deux SO^3H :

Trouvé.... .... 9,55 pour 100 Calculé pour $2SO^3H$... 9,58

» Les propriétés de cette combinaison concordent avec la formule que nous proposons : le corps n'est pas colorant et ne renferme pas de groupes chromophores. Il dégage de l'acide sulfureux par les acides sans donner pour cela de matière colorante avec l'acide chlorhydrique, par exemple, probablement d'après l'équation

$$\begin{array}{l} \quad CH^3 \qquad\qquad SO^3H \\ \;\diagup \qquad\qquad\quad \diagup \\ C^6H^3{-}AzH{-}Az{-}C^{10}H^6{-}AzH(C^2H^5) \\ | \\ C^6H^3{-}AzH{-}Az{-}C^{10}H^6{-}AzH(C^2H^5) \\ \;\diagdown \qquad\qquad\quad \diagdown \\ \quad CH^3 \qquad\qquad SO^3H \end{array} + 2HCl = 2H^2O + 2SO^2 + \begin{array}{l} \quad CH^3 \qquad\qquad Cl \\ \;\diagup \qquad\qquad\quad \diagup \\ C^6H^3{-}AzH{-}Az{-}C^{10}H^6{-}AzH(C^2H^5) \\ | \\ C^6H^3{-}AzH{-}Az{-}C^{10}H^6{-}AzH(C^2H^5) \\ \qquad\qquad\qquad \diagdown \\ \qquad\qquad\qquad\; Cl \end{array}$$

» 3° *Transformation de la combinaison non colorante en matière colorante.* — Soumise à l'action de la lumière, la combinaison se transforme en matière colorante. Nous avons obtenu cette matière colorante pure en faisant bouillir la combinaison non colorante avec l'alcool pendant sept à huit heures, puis abandonnant la solution alcoolique au refroidissement. La matière colorante se sépare plus facilement par refroidissement que le composé non colorant. Nous avons constaté le départ de SO^2, que l'on retrouve dans la solution alcoolique, probablement d'après l'équation suivante :

$$\begin{array}{l} \quad CH^3 \qquad\qquad SO^3H \\ \;\diagup \qquad\qquad\quad \diagup \\ C^6H^3{-}AzH{-}Az{-}C^{10}H^6{-}AzH(C^2H^5) \\ | \\ C^6H^3{-}AzH{-}Az{-}C^{10}H^6{-}AzH(C^2H^5) \\ \;\diagdown \qquad\qquad\quad \diagdown \\ \quad CH^3 \qquad\qquad SO^3H \end{array} = 2SO^2 + 2H^2O + \begin{array}{l} \quad CH^3 \\ \;\diagup \\ C^6H^3{-}Az{=}Az{-}C^{10}H^6{-}AzH(C^2H^5) \\ | \\ C^6H^3{-}Az{=}Az{-}C^{10}H^6{-}AzH(C^2H^5) \\ \;\diagdown \\ \quad CH^3 \end{array}$$

» *Propriétés.* — Poudre rouge; se décompose sans fondre à 150°, insoluble dans l'eau froide, très peu soluble à chaud, assez soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'éther, très soluble dans l'acétone et l'acide acétique, insoluble dans les acides étendus. Les acides concentrés donnent des solutions variant du violet au bleu.

» Nous avons identifié cette matière colorante avec celle obtenue directement par l'action du chlorhydrate d'éthylnaphtylamine sur le chlorure de tétrazotolidine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action de l'aldéhyde benzoïque sur le menthol sodé et sur de nouvelles méthodes de préparation de la benzylidènementhone.* Note de M. C. **Martine**, présentée par M. A. Haller.

« M. A. Haller (¹) a constaté que les réactions qui se passent entre le bornéol sodé et les aldéhydes aromatiques telles que les aldéhydes benzoïque, anisique, pipéronylique, etc., diffèrent partiellement de celles observées par Claisen (²) dans l'action de l'aldéhyde benzoïque sur le méthylate de sodium. Le bornéol sodé donne, en effet, dans ces conditions, à côté des éthers que l'équation de Claisen faisait prévoir, du benzylidènecamphre.

» M. A. Haller ayant, d'autre part (³), obtenu ce dernier composé en traitant le camphre sodé par l'aldéhyde benzoïque, il conclut, par analogie, que l'aldéhyde a pour effet de déterminer l'oxydation du bornéol sodé en camphre sodé, lequel subit alors la condensation.

» Il a paru intéressant de rechercher si cette nouvelle réaction peut être étendue aux alcools secondaires en général. J'ai commencé cette étude par le menthol.

» Opérant comme dans le cas du bornéol sodé, on obtient, à partir de 100gr de menthol, 120gr d'une huile qui distille entièrement entre 182° et 185° sous 10mm de pression. Chauffée pendant une demi-heure au bain-marie avec une solution alcoolique concentrée de potasse, elle fournit, après séparation de benzoate de potassium et par distillation dans le vide, 30gr d'un mélange de menthol et d'alcool benzylique et 32gr d'un liquide bouillant à 195°-196° sous 15mm. Celui-ci, traité par une solution concentrée d'acide bromhydrique dans l'acide acétique cristallisable, donne instantanément un produit cristallisé qui, après des cristallisations répétées dans l'alcoo bouillant, se présente sous la forme d'aiguilles soyeuses fondant à 115°. Ces cristaux (22gr) sont analogues (l'analyse confirme leur composition) au bromhydrate de ben-

(¹) *Comptes rendus*, p. 688; mars 1900.
(²) *Ber.*, t. XX, p. 696.
(³) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 22.

zylidènementhone décrit par Wallach ([1]); traités par l'éthylate de sodium, ils donnent la benzylidènementhone

```
              CH³
              |
              CH
             /  \
   CH²  |        |  C = CH — C⁶H⁵
        |        |
   CH²   \      /   CO
              CH
              |
              CH
             /  \
        CH³        CH³
```

dont l'oxime fond, ainsi que l'a signalé Wallach, à 160°-161°.

» Il sera parlé plus loin de l'huile qui reste après extraction des cristaux de bromhydrate.

» Différentes préparations ont donné pour le pouvoir rotatoire de la benzylidènementhone régénérée du bromhydrate des valeurs comprises entre $[\alpha]_D = +22°,8$ et $[\alpha]_D = +24°,3$.

» Wallach (*loc. cit.*) n'ayant indiqué dans son Mémoire ni les propriétés optiques de la menthone dont il était parti, ni le pouvoir rotatoire de la benzylidènementhone qu'il a obtenue, j'ai répété la préparation suivant la méthode qu'il a décrite (action de l'acide chlorhydrique sec sur un mélange équimoléculaire de menthone et d'aldéhyde benzoïque) à partir de la menthone gauche et de la menthone droite. *Dans les deux cas* on obtient le même chlorhydrate fondant à 140°, et, par la décomposition de ce dernier au moyen de l'éthylate de sodium, la même benzylidènementhone de pouvoir rotatoire compris entre $[\alpha]_D = +23°,2$ et $[\alpha]_D = +23°,75$.

» Ce résultat était d'ailleurs à prévoir, car la première conséquence du traitement par l'acide chlorhydrique est évidemment l'isomérisation de la menthone, ainsi que l'a constaté Beckmann ([2]).

» Dans l'espoir d'éviter les influences isomérisantes, j'ai appliqué la première méthode d'obtention du benzylidènecamphre, décrite par M. A. Haller (*loc. cit.*), à la préparation de la benzylidènementhone, et dans ce but j'ai fait réagir l'aldéhyde benzoïque sur les menthones sodées droite et gauche.

» 100^{gr} de menthone donnent dans ces conditions environ 80^{gr} d'une huile qui distille de 208° à 215° sous 28^{mm} de pression.

» Étant parti de menthones ayant comme pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D = -27°,8$ et $[\alpha]_D = +26°,6$, j'ai obtenu, *dans les deux cas*, une huile qui se transforme partiellement, par addition de la solution d'acide bromhydrique dans l'acide acétique, en un même bromhydrate qui, décomposé par l'éthylate de sodium, donne la benzylidènementhone droite déjà décrite.

» Quant au résidu provenant de l'extraction du bromhydrate, il donne, aussi bien

---

([1]) *Ber.*, t. II, p. 1599; 1896.
([2]) *Ann.*, t. CCL, p. 325.

dans ce dernier cas que dans le premier mode de préparation indiqué (action de l'aldéhyde benzoïque sur le menthol sodé), après ébullition avec une solution alcoolique de potasse et rectification dans le vide, une huile à même point d'ébullition que la benzylidènementhone et fournissant à l'analyse des résultats qui concordent avec la formule de ce dernier composé. Le pouvoir rotatoire de cette huile est de $[\alpha]_D = -23°,3$.

» Il y a lieu de penser que, dans ces deux modes de préparation, il se forme, en même temps que la benzylidènementhone décrite par Wallach (benzylidènementhone droite), un isomère optique de pouvoir rotatoire égal et de sens contraire ne donnant ni bromhydrate, ni oxime cristallisés. C'est une opinion que je me propose de vérifier.

» Quoi qu'il en soit, il est dès à présent hors de doute :

» 1° Que le menthol sodé se comporte comme le bornéol sodé vis-à-vis de l'aldéhyde benzoïque, et qu'il donne dans ces conditions de la benzylidènementhone ;

» 2° Que la réaction se passe néanmoins en partie suivant l'équation donnée par Claisen (les éthers eux-mêmes n'ont pas été isolés, mais leurs produits de saponification ont pu être mis en évidence : acide benzoïque, menthol et alcool benzylique).

» 3° Que la benzylidènementhone peut aussi être obtenue en traitant la menthone sodée par l'aldéhyde benzoïque.

» Il convient d'ajouter, en outre, que le mode d'obtention à partir de la menthone sodée semble corroborer l'hypothèse de M. A. Haller, rapportée en tête du présent Mémoire, sur les différents stades de l'action de l'aldéhyde benzoïque sur le bornéol sodé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaison du camphre avec l'aldéhyde β-oxy-α-naphtoïque.* Note de M. **André Helbronner**, présentée par M. Haller.

« M. A. Haller [1] a montré que le camphre est susceptible de s'unir avec un certain nombre d'aldéhydes aromatiques pour donner des composés parfaitement définis cristallisés répondant à la formule

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = CH - R.\\ |\\ CO\end{array}\right.$$

(1) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 22; 1891.

» Il était intéressant de savoir s'il se produisait une combinaison analogue avec l'aldéhyde β-oxy-α-naphtoïque.

» Nous n'avons pas pu opérer avec l'aldéhyde lui-même. En effet, le sodium du camphre sodé s'est porté sur l'hydrogène de l'OH pour donner la combinaison sodique.

» Nous avons eu recours à des éthers-oxydes de cet aldéhyde.

» Nous avons préparé le camphre sodé suivant les indications données par M. Haller (¹).

» L'éther éthylique de l'aldéhyde oxynaphtoïque $C^{10}H^6\langle^{CHO}_{OC^2H^5}$ a été préparé par l'action de l'iodure d'éthyle sur la combinaison sodique de l'aldéhyde. Ce corps cristallisé fond à 115°. L'éther méthylique a été obtenu par le même procédé.

» L'aldéhyde oxynaphtoïque a été obtenu par le procédé donné par M. Fosse (²), procédé qui donne de très bons rendements.

» Au camphre sodé dissous dans le toluène on a ajouté la quantité théorique d'éther éthylique $C^{10}H^6\langle^{CHO}_{OC^2H^5}$. Le mélange s'échauffe; on l'agite énergiquement. Il se prend en masse. On termine la réaction en chauffant au bain-marie. On traite par l'eau; on entraîne par la vapeur, qui élimine le camphre, le toluène et la plus grande partie de l'aldéhyde. Le résidu est mis à cristalliser dans l'alcool, et l'on obtient alors des cristaux blancs brillants, très réfringents, appartenant d'une façon très nette au système hexagonal.

» L'analyse nous a conduit à la formule $C^{23}H^{26}O^2$ ou

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} C = CH - C^{10}H^6 - OC^2H^5 \\ | \\ CO \end{matrix}\right.,$$

corps que l'on peut désigner sous le nom d'*éthoxynaphtalcamphre*.

» *Propriétés*. — Ce corps fond à 100°, en une huile jaune; il est peu soluble à froid dans l'alcool, très soluble à chaud; il se dissout facilement dans la benzine, le toluène, l'éther, le chloroforme, l'acide acétique.

» Par addition de quelques gouttes d'acide sulfurique, on obtient une belle coloration rouge-sang, qui disparaît par addition d'eau.

» *Pouvoir rotatoire*. — Nous avons mesuré l'activité optique de ce corps, nous avons trouvé des chiffres inférieurs à ceux donnés pour le composé type, le *benzalcamphre* de M. Haller.

» En observant le pouvoir rotatoire spécifique dans une solution

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 22; 1891.
(²) *Bulletin de la Société de Chimie*, t. XXV, p. 371.

alcoolique à 5,32 pour 100, nous avons trouvé que celui-ci était égal à $[\alpha]_D = +121^\circ,13$.

» *Réduction de l'éthoxynaphtalcamphre.* — Nous avons réussi à réduire le composé précédent en solution alcoolique par l'action de l'amalgame de sodium, nous avons obtenu le produit hydrogéné correspondant :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH^2 - C^{10}H^6 - OC^2H^5\\ \mid \\ CO\end{array}\right.,$$

analogue au benzylcamphre de M. Haller (¹), obtenu par réduction du benzalcamphre.

» *Propriétés.* — Ce corps fond à 112°. Son pouvoir rotatoire spécifique est égal à $[\alpha]_D = 52^\circ,8$. On voit que le pouvoir rotatoire du produit de réduction est inférieur à celui des naphtalcamphres. Le benzylcamphre offre sur le benzalcamphre le même exemple de régression.

» Nous avons obtenu le produit de condensation analogue au précédent, en combinant avec le camphre l'éther méthylique de l'aldéhyde oxynaphtoïque :

» *Métoxynaphtalcamphre* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = CH - C^{10}H^6 - OCH^3\\ \mid \\ CO\end{array}\right.$. — Ce corps fond à 78°. Il cristallise dans le système hexagonal. Son pouvoir rotatoire spécifique, peu différent de l'éthoxynaphtalcamphre, est égal à $[\alpha]_D = +119^\circ,86$.

» *Produit de réduction* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH^2 - C^{10}H^6 - OCH^3\\ \mid \\ CO\end{array}\right.$. — Nous l'avons obtenu par l'action de l'amalgame de sodium sur le corps précédent. Ce corps fond à 96°. Son pouvoir rotatoire spécifique est de $[\alpha]_D = 51^\circ,8$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la bromacétophénone sur l'acétylacétone sodée.* Note de M. **Fr. March**, présentée par M. Haller.

« Les chlorures d'acides réagissant sur les dérivés sodés des β-dicétones fournissent une méthode de préparation des tricétones dans lesquelles les trois groupes cétoniques CO sont reliés au même atome de carbone. En

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 22; 1891.

faisant agir la bromacétone sur l'acétylacétone sodée, M. Magnanini (1) a essayé d'obtenir une tricétone de la forme $\begin{matrix} -CO \\ -CO \end{matrix} > CH - CH^2 - CO -$, mais il n'a pu réussir qu'à préparer avec de très mauvais rendements le produit de condensation de cette tricétone avec l'ammoniaque, sans isoler la tricétone elle-même $(CH^3 - CO)^2 = CH - CH^2 - CO - CH^3$.

» J'ai obtenu une tricétone de ce type en faisant agir la bromacétophénone sur l'acétylacétone sodée. La réaction se passe suivant l'équation

$$\begin{aligned}(CH^3 - CO)^2 &= CHNa + CH^2Br - CO - C^6H^5 \\ &= NaBr + (CH^3 - CO)^2 = CH - CH^2 - CO - C^6H^5.\end{aligned}$$

» *Tricétone* $(CH^3 - CO)^2 = CH - CH^2 - CO - C^6H^5$. — On obtient cette tricétone en ajoutant à 40^{gr} d'acétylacétone 9,2 de sodium dissous dans un excès d'alcool absolu et ensuite 80^{gr} de bromacétophénone. La réaction commence à froid, puis on chauffe au bain-marie jusqu'à réaction neutre au tournesol. Après refroidissement, on additionne la masse d'acétate de cuivre en solution concentrée. Il se forme un abondant précipité vert foncé qu'on essore, qu'on lave à l'eau distillée d'abord, puis à l'éther à plusieurs reprises jusqu'à ce que ce dernier passe incolore. On élimine ainsi la bromacétophénone en excès.

» On met alors la tricétone en liberté en traitant ce dérivé cuivrique par une solution étendue d'acide sulfurique; on essore à la trompe le produit légèrement jaunâtre formé, on le lave à l'eau distillée et on le fait cristalliser dans l'alcool ou dans l'éther. On obtient ainsi 50^{gr} environ de tricétone avec un rendement de 57 pour 100.

» L'analyse et la cryoscopie conduisent à la formule $C^{13}H^{14}O^3$. C'est le diacétylbenzoyléthane de formule

$$(CH^3 - CO)^2 = CH - CH^2 - CO - C^6H^5.$$

Il se présente en très beaux cristaux incolores, fondant à 57°-58°, solubles dans l'éther, dans l'alcool, surtout à chaud, dans le benzène, insolubles dans l'eau et l'éther de pétrole.

» En solution alcoolique, traité par le perchlorure de fer, il donne une coloration rouge très intense. Une solution concentrée de CO^3Na^2 le dissout lentement en prenant une coloration jaune.

» *Dérivé cuivrique* $C^{26}H^{26}O^6Cu$. — La tricétone dissoute dans l'alcool et traitée par une solution d'acétate de cuivre fournit un précipité vert foncé abondant. On le fait cristalliser dans le chloroforme, où il est très soluble. Il est insoluble dans l'éther, dans l'eau, un peu soluble dans l'alcool froid, assez soluble dans l'alcool bouillant, d'où il cristallise par refroidissement, peu soluble dans le benzène. Chauffé, il fond à 219°-220° en une seconde au bloc Maquenne, puis se décompose.

(1) MAGNANINI, *Gazz. chim. Ital.*, t. XXIII, 1er Vol., p. 462.

» *Action de la soude.* — Si l'on traite le diacétylbenzoyléthane par une lessive de soude étendue et qu'on épuise au moyen de l'éther, on obtient une huile brune qui passe à la distillation entre 185°-190° sous 30mm en se décomposant partiellement. Elle présente tous les caractères de l'*acétophénonacétone* préparée par M. Paal [1] et a été identifiée avec cette dernière au moyen de la monoxime fondant à 122°-123° comme celle de l'acétophénonacétone.

» La liqueur alcaline, débarrassée d'acétophénonacétone, est évaporée à sec, acidulée par de l'acide sulfurique étendu, épuisée au moyen de l'éther et fournit ainsi quelques grammes d'un liquide bouillant de 110° à 125° et présentant l'odeur et toutes les propriétés de l'*acide acétique*. La tricétone est donc décomposée par la soude suivant l'équation

$$\begin{aligned}(CH^3-CO)^2 &= CH - CH^2 - CO - C^6H^5 + NaOH\\ &= CH^3COONa + CH^3 - CO - CH^2 - CH^2 - CO - C^6H^5.\end{aligned}$$

» *Action de la semi-carbazide.* — Le chlorhydrate de semi-carbazide fournit avec la tricétone un produit se présentant en un feutrage de petites aiguilles fondant à 262°-264° au bloc Maquenne en se décomposant. L'analyse assigne à ce corps la formule $C^{14}H^{15}Az^3O^2$ correspondant à l'une des deux formules développées

$$\begin{array}{ccccccc} & & CH^2 - CO - C^6H^5 & & & & \\ & & | & & & & \\ CH^3 - & C & - C & = & C & - & CH^3 \\ & \| & & & | & & \\ & Az & \text{———} & & Az & - & CO\,Az\,H^2 \end{array} \quad \text{ou} \quad \begin{array}{ccccccc} & & CO - CH^3 & & & & \\ & & | & & & & \\ CH^3 - & C & - CH - CH & = & C & - & C^6H^5. \\ & \| & & & | & & \\ & Az & \text{————————} & & Az & - & CO - Az\,H^2 \end{array}$$

» Je me propose de poursuivre l'étude de ce composé pour décider entre les deux formules.

» Insoluble dans l'eau, assez soluble dans l'alcool, surtout à chaud, d'où il se précipite en flocons par addition d'eau, soluble dans l'éther.

» *Action de la phénylhydrazine.* — La phénylhydrazine se combine avec la tricétone et fournit une huile rouge cristallisant très difficilement. On obtient des cristaux incolores en employant comme dissolvant un mélange d'éther et d'alcool méthylique. Ces cristaux fondent à 87°-88°, sont solubles dans l'alcool, l'éther, insolubles dans l'eau et l'éther de pétrole. L'analyse et le dosage d'azote assignent à ce corps la formule $C^{19}H^{18}Az^2O$ qui, développée, conduit à

$$\begin{array}{ccccccc} & & CH^2 - CO - C^6H^5 & & & & \\ & & | & & & & \\ CH^3 - & C & - C - & & C & - & CH^3 \\ & \| & & & | & & \\ & Az & \text{———} & & Az & - & C^6H^5 \end{array} \quad \text{ou bien} \quad \begin{array}{ccccccc} & & CO - CH^3 & & & & \\ & & | & & & & \\ CH^3 - & C & - CH = CH - & & C & - & C^6H^5 \\ & \| & & & | & & \\ & Az & \text{————————} & & Az & - & C^6H^5 \end{array}$$

» Je poursuis l'étude du diacétylbenzoyléthane et de ses dérivés. »

(1) Paal, *Berichte*, t. XVI, p. 2865.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'hydrogène sulfuré sur l'acétylacétone.* Note de M. F. LETEUR, présentée par M. A. Ditte.

« Si l'on soumet l'acétylacétone ou sa solution aqueuse à un courant d'hydrogène sulfuré, il ne se produit aucune action sensible. Ce gaz n'agit pas davantage sur la solution dans l'acide acétique cristallisable, même en présence d'acétate de soude fondu; mais si l'on soumet au même traitement une solution de 20gr d'acétylacétone dans environ 100cc d'acide chlorhydrique concentré, il commence, au bout de quelques heures, à se déposer des flocons formés d'aiguilles enchevêtrées. Au bout d'une vingtaine d'heures, l'action semble terminée et l'on obtient un abondant dépôt cristallisé.

» Le produit solide est essoré à la trompe, puis lavé sur l'entonnoir même cinq ou six fois avec de l'acide chlorhydrique concentré pur. Cette opération a pour but d'entraîner une substance jaune, soluble dans cet acide et dont je n'ai pu encore déterminer la nature.

» Le résidu est ensuite exposé pendant deux ou trois jours dans le vide en présence d'acide sulfurique concentré et de potasse en morceaux. Il se présente finalement sous forme d'une poudre blanche très légère, douée d'une odeur sulfurée très désagréable, peu soluble dans l'alcool froid, mais très soluble dans l'alcool bouillant.

» La cristallisation fractionnée dans ce véhicule donne une série de dépôts successifs d'aspects divers et fondant à des températures croissantes; elle ne permet pas d'obtenir une séparation nette.

» L'alcool méthylique, l'éther, le chlorure et le sulfure de carbone n'ont pas conduit à de meilleurs résultats. La sublimation dans le vide n'a pas eu plus de succès.

» J'ai alors eu recours à l'action d'un courant de vapeur d'eau sur le mélange solide ayant déjà subi deux cristallisations dans l'alcool bouillant. Il se dépose dans le réfrigérant des croûtes cristallines blanches douées d'une odeur camphrée. Le résidu solide est essoré à la trompe, séché, pulvérisé, puis soumis plusieurs fois au même traitement jusqu'à ce qu'il n'abandonne plus sensiblement de produit volatil. Enfin, il est purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool.

» Le corps ainsi isolé se présente en longs prismes aciculaires cannelés pouvant atteindre plusieurs centimètres de longueur. Leur solution dans l'éther laisse déposer des prismes aplatis terminés par des pointements octaédriques et appartenant au système triclinique. Ce corps commence à se volatiliser avant d'atteindre son point de fusion, situé entre 162° et 163°,5.

» Il est très soluble dans l'alcool à chaud, peu soluble à froid. A 20°,5,

100 parties d'alcool absolu en dissolvent 2,13 parties, tandis qu'à la même température 100 parties d'alcool à 95 pour 100 n'en dissolvent que 1,62 partie. Ces solubilités augmentent rapidement avec la température. Il est en outre soluble dans l'alcool méthylique, l'éther, le tétrachlorure de carbone et le benzène, mais totalement insoluble dans l'eau, qui le précipite de ses solutions.

» Le carbone et l'hydrogène ont été déterminés par des combustions au chromate de plomb; le dosage du soufre a été effectué avec l'obus Mahler.

» Les analyses conduisent à la formule $C^5H^8S^2$ de l'acétylacétone disulfurée ou d'un polymère.

» La cryoscopie de sa solution benzénique a donné les nombres 243 et 242,2 au lieu de 264, qui correspond à $(C^5H^8S^2)^2$. Le corps isolé est donc un dimère de la pentanedithione 2,4.

» La partie du mélange primitif entraînée par la vapeur d'eau n'est pas constituée par un corps unique, mais par un mélange. Les premières portions, en effet, ont un point de fusion situé vers 108°, tandis que les dernières ne fondent que vers 155°.

» La cristallisation fractionnée dans l'alcool a permis d'isoler un autre corps bien cristallisé fondant entre 108° et 109°, dont je poursuis l'étude et qui fera l'objet d'une Communication ultérieure. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence du fluorure de sodium dans la saccharification, par la séminase, des hydrates de carbone contenus dans les albumens cornés des graines de Légumineuses.* Note de M. **H. Hérissey**, présentée par M. Guignard.

« A la suite de nos recherches sur la composition de la graine de Caroubier, nous avons montré, M. Bourquelot et moi, que les ferments solubles sécrétés par l'embryon, au moment de la germination, sont capables de transformer les hydrates de carbone de l'albumen corné de la graine en sucres identiques à ceux obtenus par l'action des acides minéraux étendus et bouillants, c'est-à-dire en galactose et en mannose. La production de ce dernier sucre par un ferment soluble se trouvait ainsi démontrée pour la première fois [1].

» Nous avons établi en outre qu'il se produit de tels ferments, pendant

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 614; 1899.

la germination, dans plusieurs autres graines de plantes de la même famille, comme la Luzerne et le Fenugrec; c'est au ferment ou à l'ensemble de ferments capables de saccharifier ainsi les hydrates de carbone de l'albumen de ces graines que nous avons donné le nom de *séminase* (¹).

» En réalité, la séminase existe même dans les graines à l'état de repos, ainsi que cela résulte de nos recherches sur les graines de Luzerne et d'Indigo (²). D'après des expériences personnelles plus récentes, il en va de même des semences de *Trigonella Foenum-græcum*, de *Robinia pseudo-acacia*, d'*Ulex europæus*, de *Cytisus Laburnum*, de *Sarothamnus scoparius*. Si l'on abandonne simplement à lui-même, vers 25°, en présence d'un excès de chloroforme, un mélange d'eau et de graines préalablement moulues, on constate que le mélange, d'abord épais et visqueux, se fluidifie peu à peu, de façon à pouvoir même être filtré, si la macération a été suffisamment prolongée (2 à 3 mois par exemple); il est alors possible d'isoler du liquide, à l'état de mannosehydrazone, une certaine quantité de mannose résultant de l'action de la séminase sur les hydrates de carbone de l'albumen de la graine.

» Dans ces conditions toutefois, la digestion de l'albumen, quoique nette et facile à démontrer, se fait avec une grande lenteur; cette raison, jointe à l'obligation dans laquelle je me trouvais d'opérer de semblables recherches en présence d'un antiseptique, m'a conduit à employer le fluorure de sodium à la place de chloroforme, pour étudier l'action de la séminase contenue dans les graines au repos. Cette étude a abouti à des résultats intéressants; elle a permis de constater, en effet, qu'en présence du fluorure de sodium la saccharification des hydrates de carbone contenus dans l'albumen est poussée suffisamment loin pour qu'on puisse songer à utiliser pratiquement à la préparation de la mannosehydrazone les procédés suivis dans ces recherches. J'ai opéré sur deux graines à albumen abondant, celle de Caroubier et celle de Févier d'Amérique; je rapporterai seulement quelques-unes des nombreuses expériences que j'ai faites.

» *Expérience I.* — 500^{gr} de semences de Caroubier finement moulues ont été mises à macérer à l'étuve, à 33°-35°, dans 4000^{cc} d'eau distillée additionnés de 60^{gr} de fluorure de sodium (soit 1^{gr},50 pour 100 d'eau).

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 42 et 340; 1900.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 903; 1900.

» Le mélange, d'abord épais et visqueux, est devenu graduellement très fluide; on l'a retiré de l'étuve au bout de neuf jours, puis, après vingt-quatre heures, exprimé et filtré. On a recueilli sensiblement 2700cc de liquide contenant des sucres réducteurs; la roportion de ces derniers (évaluée en dextrose) a été déterminée par dosage à la liqueur de Fehling et trouvée égale à 43gr, 86 pour 1000cc. La totalité du liquide a été additionnée d'une quantité convenable d'acétate de phénylhydrazine, ce qui a déterminé rapidement à froid la formation d'un abondant précipité cristallisé de mannosehydrazone. Le précipité lavé à l'eau, à l'alcool à 95°, à l'éther, et séché, pesait 115gr-116gr; il était à peine jaunâtre et d'une pureté comparable à celle que présente le produit obtenu à partir du mannose cristallisé.

» Si l'on prépare un mélange d'eau et de semences dans les proportions indiquées ci-dessus, et si l'on a soin, avant l'addition de fluorure de sodium, de porter le mélange quelque temps à l'autoclave vers 105°, de façon à détruire complètement tout ferment, on constate que le mélange ainsi obtenu reste entièrement solide, même après un mois de séjour à l'étuve. La saccharification des hydrates de carbone de l'albumen reconnaît donc bien exclusivement, comme cause, une action diastasique sur laquelle intervient seulement d'une manière favorable le fluorure de sodium.

» L'expérience a été faite simultanément en employant, comme antiseptique, le chloroforme (60cc pour 4000cc d'eau). La saccharification de l'albumen s'est faite beaucoup plus lentement qu'en présence du fluorure de sodium, et, après quatorze jours d'étuve à 33°-35°, 1000cc de liquide renfermaient seulement 8gr,61 de sucre réducteur.

» Le mélange témoin, porté à l'autoclave avant addition de chloroforme, est resté complètement solide.

» *Expérience II.* — 500gr de semences de Févier d'Amérique finement moulues ont été mises à macérer à 33°-35° dans 4000cc d'eau additionnés de 60gr de fluorure de sodium. Le mélange est devenu graduellement très fluide. On a retiré de l'étuve au bout de sept jours. Après refroidissement, on a exprimé, filtré et recueilli sensiblement 3500cc de liquide. 100cc de ce liquide additionnés d'acétate de phénylhydrazine ont donné 3gr,18 de mannosehydrazone à peine teintée en jaune. Après encore trente jours à 33°-35°, 100cc de liquide donnaient 3gr,53 de mannosehydrazone.

» En présence du chloroforme comme antiseptique, la saccharification s'effectue avec une lenteur encore plus grande que pour les graines de Caroubier.

» Comme dans l'expérience I, les mélanges témoins dans lesquels on a détruit par la chaleur les diastases de la graine restent entièrement solides.

» Ces expériences montrent nettement l'influence favorable qu'exerce le fluorure de sodium dans la digestion, par la séminase, des hydrates de carbone des albumens cornés : comme le chloroforme ou les autres antiseptiques, le fluorure de sodium permet en premier lieu de poursuivre les recherches à l'abri de l'invasion des microorganismes; mais il présente en outre un immense avantage, c'est qu'en sa présence la saccharification par la séminase est relativement rapide et se poursuit très loin, comme en témoignent les chiffres indiqués plus haut. D'autre part, dans des expé-

riences analogues aux précédentes et comparativement au fluorure de sodium, j'ai utilisé à des doses semblables les fluorures de potassium et d'ammonium, ainsi que les fluorures acides de potassium et de sodium. Dans ces conditions, les résultats ont été beaucoup moins bons qu'avec le fluorure neutre de sodium. Ce dernier paraît donc l'antiseptique de choix dans l'ordre des recherches relatées dans cette Note.

» En terminant, je ferai remarquer comment, sous des influences *diastasiques* extrêmement simples à mettre en œuvre, il est facile de réaliser pratiquement, avec des rendements tout à fait avantageux, la préparation du mannose, que l'on peut sans difficulté isoler du mélange fermentaire à l'état de mannosehydrazone. »

ZOOLOGIE. — *Sur les centrosomes épithéliaux*. Note de M. **P. Vignon**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Un certain nombre d'auteurs estiment que le centrosome est un organe essentiel, même à la cellule quiescente, et dût cette dernière ne plus se diviser par mitose. Ils pensent que les recherches nouvelles, spécialement instituées dans le but de déceler les centrosomes, doivent les montrer partout. S'il en était ainsi, et par analogie avec le rôle que ses partisans lui font jouer dans la mitose, le centrosome constituerait le *centre dynamique* de la cellule. Or ce sont les mêmes auteurs qui soutiennent la théorie centrosomatique des granulations basilaires. Ne serait-on pas, par cela seul que le centrosome s'émietterait ainsi au pied des cils, en droit de leur objecter que la cellule ciliée serait désormais privée de centre dynamique? La théorie des granulations basilaires ne serait donc en aucune façon le corollaire obligé de la théorie générale du centrosome. Mais, puisque Zimmermann, Studnička, Henry, ainsi que moi-même, avons décelé jusque dans les cellules ciliées des formations comparables au centrosome, il est permis de se demander simplement si la présence de centrosomes vrais est démontrable, dans les cellules quiescentes, ciliées ou non, sans s'inquiéter plus longtemps, en vue de cette recherche, de la signification des granulations basilaires. Si, contrairement aux vues d'Heidenhain, Kostanecki et Wierzejski, Zimmermann, et tout récemment encore de Benda, de Zur Strassen, il est exceptionnel de rencontrer des centrosomes vrais dans les cellules qui ne doivent plus se diviser mitosiquement, on sera en droit de conclure que la cellule quiescente n'a, nor-

malement, aucun besoin d'un centre dynamique morphologiquement différencié.

» On sera plus équitable que Fischer en faisant deux parts parmi les centrosomes des auteurs. *Dans un premier groupe*, la présence de masses archoplasmiques spéciales, voire même de sphères munies de leurs rayons, authentifiera les granules qui se trouveront au centre de ces formations définies : si l'on tient à s'inscrire en faux contre les centrosomes décrits par Flemming, von Rath, Ballowitz, par exemple, il faut s'en prendre à la théorie générale du centrosome, théorie qui n'est pas en cause ici ([1]). *Dans un second groupe*, nous classerons les granules qui restent en somme anonymes, parce qu'ils sont plongés dans un cytoplasma banal, ou, simplement, isolés de ce cytoplasma par une sphère incolore et sans structure interne, au sein de laquelle ils paraissent flotter comme une inclusion dans une vacuole. Il est d'ailleurs tout à fait abusif de faire de cette logette l'équivalent d'une sphère attractive. Or, c'est au second groupe qu'appartiennent l'immense majorité des centrosomes épithéliaux et, dans le cours de mes recherches, très variées et prolongées, je n'en ai encore jamais rencontré d'autres.

» Dans la plupart des épithéliums que j'ai examinés, je n'ai rien trouvé du tout. Lorsque j'ai trouvé quelque chose, les formations les plus dignes d'être prises pour des centrosomes se montraient très inconstantes (exemple : celles de l'intestin moyen, chez la larve de Chironome, ou du péritoine chez la Grenouille femelle adulte). Ailleurs, certaines logettes, munies d'un ou deux granules sphériques, trop sphériques, se voyaient, à peu près à la même place, dans un nombre considérable de cellules voisines; puis, à côté de cette région privilégiée, ou chez quelque autre animal, on ne trouvait plus rien du tout. (Exemple : cellules à membranelles de la branchie de *Mya*, cellules de la gouttière péripharyngienne chez *Phallusia*. J'ai trouvé des formations analogues, et même avec deux globules dans chaque sphère, dans la zone glandulaire supérieure de l'endostyle, chez *Anourella;* mais, cette fois, elles étaient sensiblement plus grosses que les centrosomes quiescents des auteurs, et il s'en retrouvait parfois d'autres sous le noyau.)

» Pour ce qui est des centrosomes des cellules ciliées du pharynx, chez la larve de Triton, je suis d'accord avec Studnička; mais je nie la constance de ces formations. J'en ai trouvé encore de toutes pareilles dans les cellules ciliées de l'oviducte, ou dans celles du péritoine, chez la Grenouille adulte.

» Fischer a fait ressortir ce qu'il y a de singulier, de la part de Zimmermann, à placer des centrosomes dans l'intérieur de la thèque, chez les cellules caliciformes. Hei-

---

([1]) Encore faudrait-il tenir un compte exact des cas où la sphère est évidemment en état de régression.

denhain a confirmé les observations de Zimmermann. J'ai revu beaucoup de ces soi-disant centrosomes, parfois très bien définis; mais, le plus souvent, les granulations se montraient plus ou moins difformes, avec tous les intermédiaires désirables. Il y en avait souvent plusieurs par cellule; une fois, j'ai vu trois diplosomes typiques, absolument pareils, dans le même calice. Ailleurs, ils n'étaient plus dans le mucus, mais dans le cytoplasma, à côté du noyau. Ici, bien plus encore que dans le cas des cellules non muqueuses, les granules dans leur sphère semblent étrangers à la substance de la cellule; au reste, comme partout, dans un grand nombre de cellules, on n'en trouve pas.

» En terminant, je présenterai la critique des centrosomes vus par Joseph (1900) dans presque toutes les cellules de l'épiderme, chez l'*Amphioxus*. Il est certain que ces formations sont très suffisamment constantes, et placées bien où il faut, au-dessus du noyau. Mais, quand les cellules s'allongent, sur les papilles des cirrhes buccaux, il arrive que les granules s'accroissent beaucoup en volume, et sont remplacés par une ou plusieurs concrétions irrégulières, occupant une portion notable du sommet de la cellule. Chez un animal malade, j'ai vu, en très grand nombre, les sphères claires grandir, dévorer peu à peu le cytoplasma, englober même le noyau, qui dégénérait à leur intérieur. Nous acquérons ainsi la certitude que ces sphères, si pareilles à des vacuoles, en étaient bien réellement, même dans les cas les plus favorables en apparence aux partisans de la théorie du centrosome; si donc elles étaient des vacuoles, elles ne pouvaient pas représenter une masse archoplasmique.

» *En résumé*, en dehors des cas où la présence du granule appelé *centrosome* coexiste avec une différenciation caractéristique d'un état d'équilibre déterminé, les centrosomes, organes obligatoirement dynamiques, se comporteraient comme des substances inertes. Mais, ce qui simplifie le problème, dans la plupart des cas on ne voit rien, ou bien ce qu'on voit ne peut pas être un centrosome. »

BOTANIQUE. — *Observations sur la racine des Cryptogames vasculaires.* Note de M. G. Chauveaud, présentée par M. Van Tieghem.

« En poursuivant mes recherches sur le développement des premiers tubes criblés j'ai eu l'occasion de faire les constatations suivantes relatives à la racine des Cryptogames vasculaires.

» *Équisétacées.* — 1° La séparation de l'écorce et de la stèle a lieu non seulement avant la séparation de l'écorce externe, comme on sait, mais elle précède même tout autre cloisonnement. Cette séparation est déjà effectuée quand se forment les cloisons radiales longitudinales qui subdivisent en plusieurs cellules chacun des trois segments externes ou corticaux.

» 2° Les éléments corticaux et stéliques, au lieu d'être superposés au début dans

le plan transversal, suivant six secteurs comme chez les Fougères, alternent entre eux. Les segments corticaux, au nombre de huit ou davantage, disposés en une seule assise, entourent les cellules stéliques, qui sont au nombre de trois seulement.

» 3° Ces trois cellules stéliques se cloisonnent ensuite pour donner les tubes criblés, les vaisseaux et le conjonctif de la stèle définitive, mais de telle façon qu'on ne peut à aucun moment distinguer une région péricyclique.

» *Salviniacées.* — 1° Dans la racine de l'Azolle, il y a une assise péricyclique en dehors des deux faisceaux ligneux.

» 2° Ces faisceaux sont composés chacun de deux vaisseaux.

» 3° De ces vaisseaux, l'externe, qui avait passé inaperçu, se différencie avant les tubes criblés, particularité jusqu'ici spéciale à cette racine.

» *Fougères.* — 1° La première assise détachée à la périphérie de la stèle regardée comme le péricycle donne naissance aux premiers tubes criblés. Certaines de ses cellules se dédoublent par une cloison tangentielle et les cellules filles internes évoluent en tubes criblés, tandis que les cellules filles externes acquièrent peu à peu les dimensions des cellules péricycliques non dédoublées.

» 2° D'autres tubes criblés se différencient ensuite directement en dedans des cellules péricycliques non dédoublées. Ces nouveaux tubes se trouvent placés sur le même arc que les premiers tubes criblés, de telle sorte que, dans la suite, on ne peut pas plus distinguer les deux sortes de tubes criblés, qu'on ne peut soupçonner les deux sortes de cellules péricycliques.

» La séparation tardive de l'écorce et de la stèle se traduit par la superposition radiale de leurs cellules (Fougères, Salviniacées), tandis que la séparation hâtive se traduit par l'alternance de leurs cellules (Équisétacées). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la végétation du Nostoc punctiforme en présence de différents hydrates de carbone.* Note de M. **R. Bouilhac**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Lorsque, dans une solution minérale ayant la composition suivante :

Eau distillée	1 lit
Sulfate de potassium	0gr,2
Sulfate de magnésium	0gr,2
Phosphate de potassium	0gr,2
Carbonate de calcium	0gr,2
Perchlorure de fer	traces

on introduit un petit fragment de Nostoc punctiforme contenant à sa surface des bactéries fixatrices d'azote, la plante se développe à la con-

dition d'être éclairée d'une façon convenable. Mais j'ai déjà montré que, si dans cette même solution on ajoute du glucose, le Nostoc punctiforme, privé d'une lumière suffisamment intense pour conserver la propriété de décomposer l'acide carbonique, végétera cependant et donnera des récoltes abondantes, car il pourra assimiler la matière organique mise ainsi à sa disposition (1). M. Radais en semant la *Chlorelle vulgaris* sur des matières organiques a encore obtenu à l'obscurité des cultures de cette plante (2).

» Le dextrose est-il une matière indispensable pour provoquer la végétation du Nostoc? Nous commençons à connaître dans certains cas particuliers l'influence qu'exerce la position des atomes dans la molécule, sur les phénomènes d'ordre biologique. Je me suis donc demandé si des sucres divers pourraient être utilisés dans les mêmes conditions par le Nostoc punctiforme mal éclairé.

» Je m'empresse de dire que quelques-uns des produits qui m'ont servi pour ces recherches m'ont été fournis soit par M. Maquenne, soit par M. Gabriel Bertrand, que je suis heureux de remercier ici.

» Les matras que j'ai employés pour les cultures expérimentales avaient la capacité d'un litre et contenaient généralement un demi-litre de ma solution nutritive. Ces solutions furent additionnées des matières organiques dont je voulais reconnaître l'influence; mais comme des expériences antérieures m'avaient appris dès cette époque que même le glucose employé à une dose aussi faible que celle de 1 pour 100 devenait nocif, la matière organique ajoutée fut toujours employée à une dose très faible. Toutefois certains matras ne contenaient que $0^{lit},1$ de la solution nutritive quand la matière organique était de celles qui sont difficiles à obtenir, et c'était le cas de la dioxyacétone, du sorbose, du tréhalose et de la perséite.

» Tous ces matras, au nombre de 40, furent portés dans une serre, voisine du laboratoire, et placés les uns à côté des autres sous une table où la lumière arrive toujours si faible que le Nostoc, semé simplement en solution minérale, ne se développe jamais.

» L'expérience dura trois mois, au cours desquels la température de la serre varia entre 20° et 30°.

» Dans ces conditions, un grand nombre de matières organiques employées soit à la dose de 0,3 pour 100, soit à celle de 0,6 pour 100, n'ont pu permettre à la plante de végéter; ce sont : la dioxyacétone, l'arabinose, le xylose, le lévulose, le galactose, le sorbose, le tréhalose, le mélézitose,

---

(1) *Comptes rendus*, 1897 et 1898. — Étard et Bouilhac, *Comptes rendus*, 1898.
(2) Radais, *Comptes rendus*, 1900.

le raffinose, la mannite, la glycérine, la dulcite, la perséite, la gomme arabique et la dextrine.

» Dans d'autres cas, j'ai obtenu des résultats positifs qui sont consignés dans le Tableau qui suit :

Numéro du matras.	Matière organique ajoutée.	Proportion de la matière organique.	Récoltes obtenues pesées à l'état sec.
7	Glucose	0,3 pour 100	gr 0,15
8		0,6 »	0,32
15	Saccharose	0,3 »	0,25
16		0,6 »	0,34
17	Maltose	0,3 »	0,19
18		0,6 »	0,3
21	Lactose	0,3 »	Très faibles récoltes
22		0,6 »	dans les deux cas.
39	Amidon	0,3 »	Très belles récoltes
40		0,6 »	dans les deux cas.

» Je n'ai pu peser les récoltes obtenues en prenant de l'amidon, car la plante végète sur l'amidon transformé en empois, et il est difficile de l'en détacher.

» En ce qui concerne les résultats négatifs qui sont signalés, j'ai pensé qu'avant de conclure, il était nécessaire de reconnaître si les matières organiques n'avaient pas été employées à des doses nocives, bien que très faibles. Pour me renseigner, il me suffisait de changer mes matras de place, de les exposer à la lumière, et de reconnaître si, dans des conditions d'éclairement convenable, la plante végèterait normalement.

» J'ai observé ainsi que la bioxy-acétone, le sorbose, le tréhalose, la mannite, la dulcite, à la dose de 0,3 pour 100, ralentissaient la végétation du Nostoc et l'arrêtaient à celle de 0,6 pour 100.

» La dextrine entrave totalement la culture du Nostoc à la dose de 0,6 pour 100 ; mais à la dose de 0,3 pour 100, la plante végète bien.

» *Conclusions :* Le saccharose, le maltose et l'amidon sont susceptibles de remplacer le glucose pour cultiver le Nostoc punctiforme mal éclairé.

» Avec le lactose, on n'obtient qu'une très faible végétation.

» Il y a lieu de remarquer que le glucose ne saurait être remplacé par le lévulose, et que les matières qui ont permis le développement de la plante sont de celles qui, par hydrolyse, donnent aisément du glucose : vraisemblablement produit par des diastases sécrétées soit par les bactéries fixatrices, soit par le Nostoc. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Généralité de la fixation des métaux par la paroi cellulaire.* Note de M. **H. Devaux**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai déjà établi, dans une récente Communication à l'Académie (1), que certains métaux (Cu, Pb, Ag), présentés à l'état de sels dissous, sont fixés en particulier par la paroi cellulaire. Ce fait n'est pas spécial aux métaux nocifs, du moins ai-je pu le reconnaître pour tous les métaux présentant, avec une basicité forte, des réactions suffisamment sensibles.

» Il est facile de démontrer la fixation pour le Fer, le Nickel, le Cobalt et le Cadmium, en révélant ces métaux à l'état de sulfure, ou bien, dans le cas du Fer, de ferrocyanure. On constate que le métal *est pris spécialement par les tissus mous*. L'Or, le Platine, le Chrome (chlorure) ne subissent pas cette fixation, le Mercure à peine. Pour Zn, Mg, Al, qui doivent probablement être fixés, nous manquons de réactions assez sensibles; il faudrait agir sur des masses plus considérables de tissus.

» Pour les métaux alcalins et alcalino-terreux, la méthode spectroscopique est particulièrement indiquée; malheureusement elle ne donne pas les mêmes renseignements que les réactions colorées sur le lieu de fixation.

» Les coupes de plantes (pétioles d'*Aralia*, jeunes tiges de *Sambucus Ebulus* ou *nigra*, tiges de *Cucurbita*) sont au préalable complètement vidées de leur contenu cellulaire par macération dans l'eau de javelle. Puis les métaux (K, Ca), pouvant exister dans les parois, sont enlevés par l'eau acidulée. Si l'on porte une de ces coupes, ainsi nettoyées et lavées à l'eau pure, dans la flamme incolore du bec de Bunsen, cette flamme se colore en jaune. Examinée au spectroscope, elle ne montre que la raie du sodium. Ce métal provient de l'eau (distillée sur verre) qui a servi au lavage; j'ai vu sa proportion diminuer, sans toutefois qu'il y ait disparition complète, par l'emploi d'une eau distillée dans un tube d'aluminium. En revanche, on ne voit aucune trace des raies correspondantes aux autres métaux. Si, après cela, les coupes ainsi nettoyées sont placées dans une solution d'un sel quelconque de K, Li, Na, Ca, Sr ou Ba, puis très soigneusement lavées à l'eau distillée, on constate toujours en les brûlant les raies caractéristiques du métal employé. Les parois ont donc fixé, sous une forme insoluble, une quantité nettement appréciable de ces métaux, même de ceux dont les sels sont les plus solubles.

---

(1) H. Devaux, *De l'absorption des poisons métalliques très dilués par les cellules végétales* (*Comptes rendus*, 18 mars 1901).

» *Influence de la nature du sel, de sa solubilité, de sa dilution.* — La solubilité du sel ne paraît, en effet, avoir aucune influence sur la fixation, pas plus que la nature de l'acide qui y entre. Des coupes traitées par KBr, KI, $KClO^3$, K^2CO^3, K^2HPO^4, et ensuite soigneusement lavées à l'eau distillée, ont toutes donné au spectroscope la raie caractéristique du Potassium (peut-être un peu plus forte pour le carbonate et le phosphate?). De même, des solutions de $CaCl^2$, $CaCO^3$, $Ca(AzO^3)^2$, $CaSO^4$, ont communiqué aux coupes assez de Ca fixé, absolument insoluble dans l'eau distillée, pour que les raies de Ca fussent très nettes et très persistantes dans tous les cas. Il est curieux, à ce titre, de constater que les coupes prennent, en définitive, à peu près autant de Calcium dans une eau calcaire (eau ordinaire, eau distillée saturée de $CaCO^3$) que dans une solution infiniment plus riche de chlorure ou de nitrate de Calcium. Du reste, j'ai déjà mentionné, dans ma dernière Note à l'Académie, ce remarquable pouvoir de condensation que possède la paroi cellulaire à l'égard des métaux présentés en solutions salines très diluées. Depuis ma publication, j'ai pu reconnaître avec certitude la fixation et la condensation du Cuivre par les parois des tissus mous, même à une dilution atteignant *un billionième*, c'est-à-dire *un milligramme dans dix hectolitres*. Et ce n'est probablement pas la limite.

» *Phénomènes de déplacements.* — J'ai reconnu en effet un autre phénomène qui joue ici un rôle important : le déplacement d'un métal déjà fixé par un autre métal présenté sous forme de dissolution. Si, par exemple, on prend des coupes saturées de K ou de Li, et qu'on les mette parallèlement dans l'eau distillée et dans des solutions d'un sel quelconque d'un autre métal (sulfate de Cuivre, de Fer, de Cobalt, etc.), le nouveau métal chasse le premier. De telle sorte que les raies de K ou de Li, toujours bien visibles pour les coupes provenant de l'eau distillée, ont disparu pour celles provenant des solutions. Ce phénomène est très sensible, car le Cuivre à quelques dix-millionièmes, le Calcium à quelques cent-millièmes (eau naturelle), suffisent pour chasser les métaux alcalins fixés sur les parois. Il est d'autant plus remarquable de constater que *le phénomène est réversible*. Un métal alcalin, par exemple (K, Na, Li, AzH^4), présenté en solution saline bien neutre, peut chasser le Calcium fixé sur des coupes, quoique ce Calcium résiste indéfiniment à l'eau pure. Il y a évidemment là des actions de masses, car j'ai employé des solutions alcalines assez concentrées (10 à 20 pour 100). Il n'est pas douteux cependant que les métaux lourds et alcalino-terreux semblent plus fortement fixés que les métaux alcalins, c'est-à-dire plus difficiles à déplacer que ces derniers. Parmi les métaux lourds, le Cuivre est le moins fortement fixé, les solutions des sels de Ca, K, Na, le chassent complètement. Le Plomb, entièrement déplacé par les sels de Ca, ne l'est qu'en partie par ceux de Na ou de K. L'Argent, toujours retenu en très faible proportion, est également chassé en totalité ou en grande partie par les métaux alcalins ou alcalino-terreux. Quant au Fer, il semble, au contraire, fixé sur les coupes sous un état absolument insoluble (oxyde?), aucun déplacement sensible ne peut être observé, même après sept ou huit heures de séjour dans des solutions concentrées de divers sels alcalins ou alcalino-terreux.

» *Conclusions.* — 1° Pour tous les métaux présentant des réactions assez sensibles, et une basicité notable (K, Li, Na, Ca, Sr, Ba, Fe, Ni, Co, Cd, Cu, Pb, Ag), la fixation par les parois cellulaires est démontrée. Il est pro-

bable qu'il s'agit là d'un fait général réalisé aussi pour Mn, Mg, Al, dont les réactions moins sensibles ne permettent pas de reconnaître la fixation.

» 2° La proportion de métal fixé est toujours faible pour tous les métaux. On ne peut l'augmenter sensiblement en mettant les coupes en présence de solutions salines concentrées.

» 3° Par contre, l'énergie avec laquelle se produit la fixation semble assez grande, car elle se produit encore dans des solutions très diluées et retient sous une forme insoluble une proportion sensible des métaux à sels très solubles, tels que les sels des métaux alcalins.

» 4° Toutefois, le métal ainsi fixé par la paroi peut être déplacé par un autre métal présenté sous forme de solution saline. Il se produit alors des actions de masses, les remplacements pouvant se répéter en sens inverse. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les données optiques relatives à la macle du péricline.* Note de MM. F. **Pearce** et L. **Duparc**, présentée par M. Michel-Lévy.

« Dans une étude des gabbros à olivine du Tilaï-Kamen (Oural), nous avons rencontré des feldspaths basiques du groupe de l'anorthite, qui paraissaient maclés selon l'albite, mais qui, pour les sections Sn_g, Sn_m, Sn_p et SA ou SB présentaient des angles d'extinction incompatibles avec les valeurs fournies par les épures de M. Michel-Lévy pour ladite macle. Ainsi, par exemple, on trouvait fréquemment des sections Sn_p donnant pour $1 = Sn_p$ une extinction de 30° à 35°, et pour 1' une extinction de 20° environ; la valeur observée sur 1 rattachant incontestablement le feldspath à un type basique compris entre Ab_3An_4 et An, on devrait trouver sur 1', dans l'hypothèse d'une macle de l'albite, -47 pour Ab_3An_4, et -80 pour An. En présence d'un écart aussi considérable entre les mesures effectuées et les données des épures, nous avons supposé que nous étions en présence, non pas de macles de l'albite, mais de macles de la péricline, plusieurs fois répétées; mais seules.

» Pour vérifier cette hypothèse, nous avons eu recours à la méthode féconde imaginée par M. Michel-Lévy [1], et déterminé graphiquement sur une projection stéréographique normale à $ph^1 = (001)(100)$ les extinctions des pôles des sections Sn_g, Sn_m, Sn_p, ainsi que celles des sections

---

[1] A. Michel-Lévy, *Étude sur la détermination des feldspaths*, 1894 et 1896. Baudry, librairie polytechnique, Paris.

normales aux axes optiques SA et SB, en cherchant les extinctions correspondantes des pôles des individus 1′ adjoints par la macle de la péricline. Nous avons, au début, fait cette construction pour l'anorthite, nous l'avons ensuite étendue aux autres feldspaths types des épures de M. Michel-Lévy, en utilisant les mêmes valeurs pour fixer la position des trois indices principaux n_g, n_p, n_m. Les résultats que nous avons obtenus, relevés sur les épures à grande échelle construites très exactement, sont consignés dans le Tableau ci-dessous :

	Angles d'extinction sur les sections									
Espèces feldspathiques.	Sn_g.	$1'S'n_g$.	Sn_p.	$1'S'n_p$.	$S'n_m$.	$1'S'n_m$.	S'_A.	$1'S'_A$.	S'_B.	$1'S'_B$.
Albite Ab_1............	-3°	-1°	$+77^\circ$	-76°	-13°	$-16\frac{1}{2}^\circ$	$+5\frac{1}{2}^\circ$	$+41^\circ$	$-10\frac{1}{2}^\circ$	$-35\frac{1}{2}^\circ$
Oligoclase Ab_4An_1....	-3	$-3\frac{1}{2}$	$-86\frac{1}{2}$	$+89\frac{1}{2}$	»	»	$-4\frac{1}{2}$	-61	0	$+30$
Oligoclase Ab_3An_1....	$-4\frac{1}{2}$	-4	$-75\frac{1}{2}$	$+85$	»	»	$-10\frac{1}{2}$	$-43\frac{1}{2}$	$+4$	$+49\frac{1}{2}$
Andésine Ab_5An_3.....	$-6\frac{1}{2}$	$-1\frac{1}{2}$	$-68\frac{1}{2}$	$+69$	-17	-25	-20	-35	$+10\frac{1}{2}$	$+42\frac{1}{2}$
Labrador Ab_1An_1.....	-8	$+7\frac{1}{2}$	$-57\frac{1}{2}$	$+57$	-12	-34	$-25\frac{1}{2}$	$-23\frac{1}{2}$	$+19\frac{1}{2}$	$+66$
Labrador Ab_3An_4.....	$-17\frac{1}{2}$	$+12$	$-49\frac{1}{2}$	$+42$	-20	-68	-38	-17	$+15\frac{1}{2}$	$+49\frac{1}{2}$
Anorthite An.........	$-33\frac{1}{2}$	$+19\frac{1}{2}$	$-34\frac{1}{2}$	$+21$	$-24\frac{1}{2}$	$+76\frac{1}{2}$	-57	-17	-35	$+13$

» Nous avons, pour le moment, vérifié ces valeurs pour l'anorthite seulement, trouvée en abondance dans les gabbros en question. Celle-ci s'y rencontre maclée selon l'albite, Karsbad, et la péricline; les deux premières macles sont rares, la dernière s'observe avec une grande fréquence; parfois, mais c'est l'exception, on constate la présence simultanée des macles de l'albite et de la péricline; le plus souvent celle-ci existe seule, et la section paraît, à première vue, maclée en apparence selon l'albite; dans ce cas, l'un des systèmes de lamelles est plus développé que l'autre, souvent représenté par des lamelles étroites et cunéiformes.

» Les exemples suivants montrent la concordance des chiffres observés et ceux donnés par les projections :

1. — *Section voisine de* Sn_p *maclée selon la péricline.*

	Observé.	Épure.
Extinction sur $1 = Sn_p$..............	-31°	-34°
Extinction sur 1′	$+21^\circ$	$+21^\circ$

» Dans l'hypothèse de la macle de l'albite, pour l'anorthite, la biréfringence de 1′ devrait être sensiblement égale à celle de 1, tandis qu'en réalité elle est bien supérieure, ce que vérifie l'épure.

2. — *Section voisine de* Sn_p, *maclée selon la péricline.*

Extinction de 1 voisine de Sn_p	....	—30
» 1' »	....	+18

la lamelle 1' est étroite et cunéiforme, la mesure n'est qu'approximative.

3. — *Section* SA *maclée selon la péricline.*

Angle du plan des axes avec le plan de macle ..	—58	(épure —57)
Extinction sur 1'	—19	(» —17)

» La biréfringence de 1' est élevée, et assez voisine de $n_g - n_p$, ce que montre notre épure. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence du dévonien à* Calceola sandalina *dans le Sahara occidental (Gourara, Archipel touatien).* Note de M. **G.-B.-M. Flamand**, présentée par M. de Lapparent.

« On sait que le terrain dévonien est depuis longtemps connu dans le Sahara oriental et plus particulièrement au pays des Touareg Azdger, dans la région comprise entre Temassinin, l'oued Igharghar et Serdelès, à l'ouest de Mourzouk (Fezzan). Overweg, compagnon de Barth, fut le premier (1850) qui en recueillit des fossiles, *Spirifer Bouchardi* (Vern.) déterminé par Beyrich. Depuis cette époque, les explorations se succédèrent dans cette même région. Ismaïl bou Derba, Duveyrier, Erwin de Bary, Roche au cours des deux missions Flatters, M. Fernand Foureau, confirmèrent tour à tour cette première constatation et la précisèrent; les deux premiers explorateurs montrèrent, par leurs découvertes de gisements fossilifères, le développement vraiment considérable qu'atteint, dans l'extrême sud-est, cette formation paléozoïque.

» Tout au contraire, pour le Sahara occidental, l'idée admise jusqu'à ce jour de l'extension du terrain dévonien ne reposait sur rien de scientifiquement fondé. En effet, ce n'est que sur des analogies de faciès de roches, établies pour des régions très éloignées les unes des autres (Touareg Azdger, Atlas marocain) et d'après les seules descriptions de voyageurs (G. Rohlfs, lieutenant Marcel Palat et documents de sources indigènes), que l'on considéra comme dévoniens les plateaux hammadiens et les dépressions de la zone des oasis touatiennes, et cela depuis le revers méri-

dional de l'Atlas : Oued Saoura, Foum-el-Kheneg et l'Oued Touat jusqu'au Bas-Reggan (Taourirt). On reliait, au sud, cette large bande subméridienne aux parties septentrionales et occidentales du Mouydir, qu'aucun Européen n'a encore explorées.

» Un seul fossile, que j'ai eu en communication, recueilli en 1870 par un officier de la colonne du général de Wimpffen et remis à M. Pouyanne, fut déterminé par A. Pomel comme *Rhodocrinus verus,* d'après les figures données par Goldfuss pour des spécimens du dévonien de l'Eifel. Ce fossile provenait du Kheneg-ben-Nouna, haute vallée de l'Oued Guir, à une étape au sud de Bab-Torba, sur le revers méridional de l'Atlas marocain et non dans le Sahara.

» Au cours de la marche de la dernière colonne d'occupation des oasis touatiennes, conduite par M. le général Servières (janvier-mai 1901), mon excellent ami M. le commandant Laquière, directeur des affaires indigènes de la division d'Alger et chef du service des renseignements de la colonne, eut le soin, un peu avant le combat de Charouïn (Gourara occidental), de ramasser à mon intention plusieurs échantillons de roches pétries de fossiles qui jonchaient le sol.

» Je suis heureux de témoigner ici à M. le commandant Laquière toute ma vive reconnaissance pour l'intérêt qu'il a toujours témoigné aux recherches scientifiques effectuées dans les régions sahariennes, comme pour l'appui que j'ai toujours trouvé auprès de lui.

» D'après M. le commandant Laquière, c'est à trois heures de marche, avant d'arriver au ksar Charouïn, par le sud (route des Oulad Rached), que se trouve le gisement fossilifère, dans un fond pierreux de 3^{km} de largeur. Là se montrent de nombreux fragments de calcaire gris violacé et rouge amarante, polis par l'action éolienne; le frottement répété d'un sable très fin a dégagé, à la longue, les fossiles *siliceux* de leur gangue calcaire, et leur a imprimé cette patine propre aux roches désertiques. On retrouve, dans ces échantillons, le type bien caractérisé des *calcaires à polypiers siliceux* du Languedoc.

» Les fossiles, déterminés au laboratoire de Géologie de l'Université de Lyon, sont les suivants :

» *Calceola sandalina* Lmk. — Cinq exemplaires associés à des *Zaphrentis,* dans un même quartier de roche, parfaitement identiques aux types classiques.

» *Favosites Goldfussi* Miln.-Edw. et Haime. — Colonie massive caractérisée par ses calices réguliers sensiblement égaux entre eux, et par deux séries de perforations sur les murailles.

» *Zaphrentis* cf *gigantea* Lesueur. — Deux exemplaires de taille moyenne, avec bourrelets épidermiques peu accusés, fossette septale profonde n'atteignant pas le centre du calice.

» *Zaphrentis* sp. — Petite forme à calice *très droit* se rapprochant du groupe du *Zaphrentis cornicula* Lesueur, du dévonien d'Amérique, dont il diffère par des dimensions sensiblement plus petites.

» *Atrypa?* sp. — Un seul individu empâté dans la roche, indét.

» Sommet de valves de *Spirifer* sp. indét.

» Non seulement la présence de *Calceola sandalina* caractérise nettement la base du *dévonien moyen*, mais, de plus, l'ensemble de cette faunule, qui n'avait point encore été signalée en Afrique, et son faciès, rappellent tout à fait lithologiquement et paléontologiquement les *calcaires à Polypiers* de Cabrières (Hérault), c'est-à-dire la zone à *Spirifer cultrijugatus* et à *Calcéoles*.

» Il est probable que le *Rhodocrinus* déterminé par A. Pomel comme *Rh. verus* (Goldf. non Miller) (¹) indique bien, comme l'avait dit ce savant, la présence du dévonien moyen dans une zone beaucoup plus septentrionale, celle de l'Atlas marocain. Si ce fait est confirmé, il faudra en conclure que le dévonien est disposé, dans le Sahara occidental, en une large cuvette synclinale, suivant l'axe de laquelle se montre le carbonifère inférieur de l'Oued Zousfana. C'est donc seulement dans la direction de l'axe de ce géosynclinal, vers l'est et vers l'ouest, qu'il y aurait lieu de rechercher les dépôts charbonneux du culm ou du houiller, encore inconnus dans le Sahara. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Action des courants de haute fréquence sur la sécrétion urinaire. Renseignements fournis par l'analyse chimique.* Note de MM. **Denoyés**, **Martre** et **Rouvière**, présentée par M. d'Arsonval.

« M. d'Arsonval, dès ses premières études sur l'action physiologique des courants de haute fréquence, a constaté que l'application de cette nouvelle modalité de l'énergie électrique qu'il venait de découvrir s'accompagne, en particulier, d'une augmentation des déchets urinaires. Les

(¹) Le *Rhodocrinus verus* Miller est une espèce du carbonifère d'Angleterre, différente de l'espèce du *dévonien* de l'Eifel, qui a été décrite et figurée à tort par Goldfuss sous le même nom. Le spécimen de l'Oued Guir (Atlas marocain) est semblable à ceux de l'Eifel et, par conséquent, est dévonien et non carbonifère.

mêmes phénomènes ont été depuis constatés par différents observateurs. Les nombres suivants, établis pour l'*autoconduction*, d'après des expériences que nous avons instituées sur nous-mêmes, dans des conditions de régime aussi rigoureuses que possible, fournissent une nouvelle confirmation de l'action des courants de haute fréquence sur les échanges nutritifs.

SUJET A. — Age : 25 ans. — Poids : 58^{kg}. — Taille : $1^m,66$.

Première période : *Dosages préliminaires, avant le traitement.*

N°s d'ordre des dosages.	Volume des urines par 24 heures, cc.	Réaction.	Densité.	Élimination par 24 heures. Chlorures.	Phosphates.	Sulfates.	Urée.	Acide urique.	Azote de l'urée.	Azote total.	Rapport $\frac{Az^u}{Az^t}$.
1..........	1850	Acide	1,017	11,84	3,44	»	32,35	0,989	15,12	16,72	0,904
2..........	1320	»	1,022	10,82	3,24	»	33,42	0,910	15,62	16,96	0,928
3..........	1320	»	1,023	10,82	3,23	»	35,52	0,914	16,60	17,97	0,928
4..........	1600	»	1,017	10,56	3,64	2,91	34,24	0,940	16,00	17,98	0,885
5..........	1550	»	1,020	12,40	3,22	2,85	32,35	1,074	15,12	16,55	0,912
6..........	1450	»	1,020	10,87	3,16	3,16	32,57	0,944	15,22	17,18	0,880
Moyennes...	1515			11,22	3,32	2,97	33,40	0,962	15,61	17,22	0,906

Deuxième période : *Dosages pendant le traitement par l'autoconduction.*

7..........	1400	Acide	1,022	11,48	3,41	3,19	35,09	1,000	16,40	17,44	0,940	6 min. de trait[1].
8..........	1730	»	1,019	13,14	3,76	3,67	37,02	1,216	17,30	18,71	0,925	14 »
9..........	1835	»	1,017	10,45	3,70	3,68	37,45	1,076	17,50	19,21	0,912	10 »
10..........	1620	»	1,020	14,58	3,77	3,88	38,45	1,290	17,97	18,98	0,947	15 »
11..........	1685	»	1,019	13,64	3,52	3,77	35,65	1,128	16,66	17,32	0,963	25 »
Moyennes...	1654			12,66	3,63	3,64	36,73	1,142	17,16	18,33	0,937	

Troisième période : *Dosages après la cessation du traitement.*

12..........	1615	Acide	1,019	11,95	3,26	3,53	35,65	1,115	16,66	17,39	0,958
13..........	1635	»	1,019	12,91	3,28	»	34,96	1,019	16,34	17,20	0,950
14..........	1570	»	1,020	12,87	3,48	2,08	34,15	1,140	15,96	17,03	0,937
Moyennes...	1606			12,57	3,34	2,80	34,92	1,091	16,32	17,20	0,948

SUJET B. — Age : 24 ans. — Poids : 65^{kg}. — Taille : $1^m,61$.

Première période : *Dosages préliminaires, avant le traitement.*

1..........	1260	Acide	1,023	12,72	2,57	»	27,86	0,965	13,02	14,08	0,925
2..........	1265	»	1,024	14,04	2,74	»	31,58	0,979	14,78	16,10	0,918
3..........	1550	»	1,021	15,50	2,94	2,60	33,08	1,106	15,46	16,98	0,910
4..........	1290	»	1,021	12,38	2,86	2,88	30,77	1,110	14,38	15,02	0,958
5..........	1125	»	1,026	14,62	2,85	2,47	31,60	1,123	14,77	15,61	0,951
6..........	1210	»	1,027	15,48	2,70	2,61	34,98	1,194	16,35	17,42	0,937
Moyennes...	1283			14,12	2,77	2,64	31,64	1,079	14,80	15,87	0,933

N°s d'ordre des dosages.	Volume des urines par 24 heures, cc.	Réaction.	Densité.	Élimination par 24 heures. Chlorures.	Phosphates.	Sulfates.	Urée.	Acide urique.	Azote de l'urée.	Azote total.	Rapport $\frac{Az^u}{Az^t}$.	
Deuxième période : *Dosages pendant le traitement par l'autoconduction.*												
7..........	1270	Acide	1,025	14,47	3,27	3,17	35,31	1,333	16,50	17,85	0,924	12 min. de trait^t.
8..........	1385	»	1,023	15,78	3,50	3,06	36,18	1,217	16,91	17,79	0,956	10 »
9..........	1435	»	1,022	15,06	3,31	3,30	39,45	1,383	18,45	19,37	0,952	10 »
10..........	1405	»	1,024	18,82	3,27	3,02	33,94	1,323	15,86	16,71	0,955	20 »
11..........	1175	»	1,027	14,45	3,02	3,36	36,29	1,338	16,96	17,75	0,946	10 »
Moyennes...	1334			15,71	3,27	3,18	36,23	1,318	16,93	17,89	0,946	
Troisième période : *Dosages après la cessation du traitement.*												
12..........	1245	Acide	1,028	16,43	3,15	3,19	35,31	1,252	16,50	17,30	0,953	
13..........	1230	»	1,028	17,22	2,91	»	35,52	1,279	16,60	17,25	0,962	
14..........	1310	»	1,025	17,03	3,11	3,13	37,13	1,375	17,35	18,37	0,943	
Moyennes...	1262			16,89	3,05	3,16	35,98	1,302	16,81	17,64	0,952	

Sujet C. — Age : 24 ans. — Poids : 60^{kg}. — Taille : 1^m,70.

N°s d'ordre des dosages.	Volume des urines par 24 heures, cc.	Réaction.	Densité.	Chlorures.	Phosphates.	Sulfates.	Urée.	Acide urique.	Azote de l'urée.	Azote total.	Rapport $\frac{Az^u}{Az^t}$.	
Première période : *Dosages préliminaires, avant le traitement.*												
1..........	1725	Acide	1,019	12,07	3,10	»	34,38	1,119	16,07	17,52	0,917	
2..........	1500	»	1,020	11,10	3,09	»	35,48	1,134	16,58	17,90	0,926	
3..........	1345	»	1,024	11,03	3,13	»	32,52	1,153	15,20	16,60	0,916	
4..........	1385	»	1,022	10,10	3,16	2,45	34,98	0,935	16,35	18,30	0,894	
5..........	1130	»	1,025	9,49	2,84	2,68	35,26	1,162	16,48	17,70	0,931	
6..........	1398	»	1,021	12,86	3,13	2,71	37,27	1,064	17,42	18,28	0,952	
7..........	1350	»	1,022	11,07	3,38	2,34	34,88	1,162	16,30	17,62	0,925	
Moyennes...	1404			11,10	3,12	2,54	34,96	1,104	16,34	17,70	0,923	
Deuxième période : *Dosages pendant le traitement par l'autoconduction.*												
8..........	1560	Acide	1,020	13,26	3,43	3,02	39,41	1,591	18,42	19,45	0,950	12 min. de trait^t.
9..........	1540	»	1,020	11,55	3,46	3,75	37,66	1,178	17,60	18,50	0,952	15 »
10..........	1477	»	1,020	10,78	3,50	2,99	36,10	1,118	16,87	17,61	0,958	10 »
11..........	1165	»	1,026	12,93	2,96	2,91	35,52	1,071	16,60	17,32	0,958	15 »
12..........	1330	»	1,023	13,43	3,30	2,80	36,38	1,181	17,00	17,87	0,949	20 »
Moyennes...	1414			12,39	3,33	3,09	37,01	1,228	17,30	18,15	0,953	
Troisième période : *Dosages après la cessation de traitement.*												
13..........	1120	Acide	1,026	10,30	3,18	3,00	35,31	1,153	16,50	17,33	0,952	
14..........	1384	»	1,021	12,18	3,21	»	37,34	1,131	17,45	18,60	0,937	
15..........	1350	»	1,023	12,15	3,20	2,92	35,80	1,167	16,73	17,62	0,934	
Moyennes...	1284			11,54	3,20	2,96	36,15	1,150	16,90	17,85	0,941	

» De la comparaison de ces chiffres, il résulte que pendant la période de traitement il y a augmentation du volume d'urine, augmentation de l'urée, de l'acide urique, de l'azote total, du rapport azoturique, des phos-

phates, des sulfates et des chlorures éliminés en vingt-quatre heures. Cette augmentation est variable suivant les sujets ([1]). Elle s'est maintenue, mais moins considérable, pendant les trois jours qui ont suivi la cessation du traitement. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Passage de l'oxyde de carbone de la mère au fœtus.* Note de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans un travail récent ([2]) j'ai démontré la présence constante de l'oxyde de carbone dans le sang du nouveau-né, à Paris.

» Ce gaz provient-il de l'air atmosphérique par l'intermédiaire de la mère, ou constitue-t-il un produit élaboré normalement par l'organisme? Pour discuter sur des données précises l'une ou l'autre de ces deux hypothèses, il était nécessaire d'établir tout d'abord si, par la respiration de mélanges gazeux d'oxyde de carbone et d'air, ce gaz peut passer de la mère au fœtus. Déjà en 1883 M. Gréhant, en collaboration avec Quinquaud ([3]), avait montré que, pour un mélange mortel d'oxyde de carbone et d'air respiré par une chienne en gestation pendant trente-cinq minutes, la proportion de ce gaz était 5,7 fois moindre dans le sang fœtal que dans le sang maternel.

» En serait-il ainsi pour des mélanges très dilués d'oxyde de carbone et d'air, et dans quelle proportion s'effectuerait la fixation? Ce sont ces questions que nous nous sommes efforcé de résoudre.

» A des cobayes femelles pleines ([4]) on fait respirer des mélanges de teneur variable

---

([1]) Le sujet C, préparateur du service d'électrothérapie, pour lequel l'augmentation est moins accusée, se trouve soumis depuis très longtemps à l'influence des hautes fréquences, soit par le séjour dans le champ de l'appareil pendant son fonctionnement, soit par le réglage de cet appareil pour certaines applications thérapeutiques.

([2]) *Sur la présence de l'oxyde de carbone dans le sang du nouveau-né* (*Comptes rendus,* 17 juin 1901, t. CXXXII, p. 1501.)

([3]) N. Gréhant et Quinquaud, *Dans l'empoisonnement par l'oxyde de carbone, ce gaz peut-il passer de la mère au fœtus?* (*Comptes rendus de la Société de Biologie,* 7e série, t. VI, p. 502; 1883.)

([4]) Il eût été plus facile d'opérer sur des chiennes, mais il est très difficile de se procurer ces animaux en état de gestation. D'ailleurs la sensibilité du dosage de l'oxyde de carbone par l'acide iodique remédie facilement à l'obligation où l'on se trouve d'opérer sur de petites quantités de sang.

en oxyde de carbone. Après une heure et demie de respiration, l'animal est sacrifié par décapitation, le sang carotidien est recueilli et défibriné. L'utérus est ensuite ouvert, les fœtus extraits et, de même que précédemment, on recueille et défibrine le sang des carotides. Le volume de sang fœtal varie entre $4^{cc},5$ et 7^{cc}. On extrait les gaz du sang dans le vide en présence d'acide phosphorique, en ayant soin d'opérer en général sur le même volume de sang maternel et fœtal. Les gaz extraits, débarrassés de l'acide carbonique, sont mis à circuler dans mon petit appareil à acide iodique. L'iode mis en liberté est recueilli et dosé.

» Voici, résumé sous forme de Tableau, le résultat de nos expériences :

Proportion d'oxyde de carbone dans l'air.	Durée de la respiration.	Oxyde de carbone pour 100^{cc} de sang maternel.	Oxyde de carbone pour 100^{cc} de sang fœtal.
		cc	cc
$\frac{1}{10000}$	$1^h 30^m$	0,75	0,75
$\frac{1}{5000}$	»	1,45	1,45
$\frac{1}{2500}$	»	2,7	2,7
$\frac{1}{1000}$	»	7,0	6,8
$\frac{1}{500}$	»	12,4	11,1
$\frac{1}{250}$	»	15,1	13,3
$\frac{1}{100}$	50^m (mort)	15,7	3,75
$\frac{1}{50}$	15^m (mort)	15,5	2,8
$\frac{1}{10}$	$5^m 10^s$ (mort)	16,2	1,7

» L'examen de ce Tableau montre d'abord que l'oxyde de carbone passe bien de la mère au fœtus. Que, pour des mélanges compris entre $\frac{1}{1000}$ et $\frac{1}{10000}$ les teneurs des deux sangs en oxyde de carbone sont identiques. Au-dessus de $\frac{1}{1000}$, la proportion de gaz toxique contenue dans le sang fœtal devient inférieure à celle contenue dans le sang maternel, et la différence va en s'accentuant d'autant plus que le mélange mortel est respiré moins longtemps; ceci confirme les résultats obtenus par MM. Gréhant et Quinquaud.

» Dans un autre ordre d'idées, il est aussi intéressant de dégager de ce Tableau la vérification pour le cobaye de la loi d'absorption que M. Gréhant a établie pour le chien. On voit, en effet, que pour une même durée de respiration de une heure et demie et pour des mélanges compris entre $\frac{1}{1000}$ et $\frac{1}{10000}$ les nombres $0^{cc},75$; $1^{cc},45$; $2^{cc},7$; 7^{cc} représentant l'oxyde de carbone fixé par 100^{cc} de sang sont, à très peu près (1), entre eux comme

(1) Surtout si l'on retranche la petite quantité d'oxyde de carbone du sang normal $0^{cc},04$ pour 100^{cc} de sang.

1, 2, 4 et 10, c'est-à-dire dans les rapports des mélanges respirés $\frac{1}{10000}$; $\frac{1}{5000}$; $\frac{1}{2500}$; $\frac{1}{1000}$.

» A défaut du chien, on pourra donc utiliser le cobaye pour la recherche physiologique quantitative de l'oxyde de carbone dans une atmosphère viciée.

» Quant au mécanisme du passage du gaz toxique de la mère au fœtus, on ne peut l'envisager comme celui d'une substance très facilement diffusible, telle que l'alcool ([1]). Il est de toute nécessité d'admettre la dissociation, au niveau du placenta, de l'hémoglobine oxycarbonée contenue dans le sang maternel; en effet, les circulations maternelle et fœtale sont complètement indépendantes; par conséquent aussi les globules et l'hémoglobine. Cette hypothèse se trouve d'ailleurs confirmée par ce fait que pour des mélanges de plus en plus riches en gaz toxique, mais qui ont amené la mort en un temps de plus en plus court, le rapport de la quantité d'oxyde de carbone du sang fœtal à celle du sang maternel diminue considérablement. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Hérédité cellulaire.* Note de MM. **A. Charrin** et **Gabriel Delamare**, présentée par M. d'Arsonval.

« Il n'est pas exceptionnel d'observer des analogies plus ou moins marquées entre l'organisme des générateurs et celui des descendants; c'est ainsi qu'on note des ressemblances soit entre les types nutritifs des uns et des autres, soit entre des groupes déterminés d'éléments anatomiques. Toutefois, dans ces conditions, il s'agit le plus souvent de tissus jouissant d'une importance physiologique secondaire, en particulier des phanères (caractères extérieurs identiques relatifs à la coloration des cheveux, à la reproduction de certaines anomalies, becs-de-lièvre, etc.).

» Il est, en revanche, plus difficile de mettre en évidence, à la fois chez les ascendants et chez les descendants, des tares organiques précises, indiscutables, portant sur des cellules hautement différenciées et remplis-

---

([1]) Maurice Nicloux, *Dosage comparatif de l'alcool dans le sang de la mère et du fœtus après ingestion d'alcool* (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 855; 1900). — *Recherches sur l'élimination de l'alcool dans l'organisme. Détermination d'un « alcoolisme congénital »*. 1 vol., 70 p. Paris, 1900. O. Doin, éditeur.

sant un rôle important : nous avons cependant été assez heureux, croyons-nous, pour dégager de l'observation des faits de cet ordre.

» Une mère de cinq enfants [1], diabétique depuis trois ans, devient enceinte pour la sixième fois; vers la fin de cette grossesse, elle présente des accidents d'éclampsie, accouche le 12 juin 1901 à 9^h du matin et meurt, sans avoir repris connaissance, deux heures après.

» Au moment même de cet accouchement, le nouveau-né n'a donné aucun signe de vie; par contre, à $7^h 15^m$ et quelques instants auparavant, on percevait nettement ses mouvements et surtout les bruits du cœur; les tissus examinés étaient, du reste, en parfait état de conservation.

» Cet examen et l'étude histologique des organes nous ont révélé une série de modifications, dont les plus importantes, résultat intéressant, portent sur les cellules du foie et les globules rouges du sang, c'est-à-dire sur les éléments qui, chez la mère, en raison de l'éclampsie et du diabète, ont eu le plus à souffrir.

» Ces cellules du foie offrent des vacuolisations situées soit à la périphérie, soit au voisinage du noyau; elles remplaçent en quelque sorte le protoplasme qui, dans quelques éléments, se trouve réduit à une bordure, à une manière de membrane limitante. — Les noyaux persistent; les uns à peu près indemnes, les autres atteints de chromatolyse, dépouillés d'une partie plus au moins considérable de leur chromatine. — Çà et là, dans ce parenchyme hépatique, on note d'assez nombreuses hémorragies, lésions qui, rapprochées des modifications cellulaires, reproduisent, chez ce nouveau-né, les altérations développées, chez la mère, sous l'influence de l'éclampsie.

» Les hématies, en assez grande quantité, ont perdu leur propriété de se colorer par les couleurs acides; elles prennent, au contraire, les colorants basiques (magenta); sur les coupes, à côté des éléments qui, demeurés normaux, sont jaunâtres (acide picrique), il en est qui apparaissent roses ou rouges, plus ou moins foncés; on retrouve donc, dans le sang de l'enfant, les changements imprimés par le diabète, comme on le sait depuis Brehmer, au sang maternel.

» En somme, les tares hépatiques ou globulaires de la mère existent également chez le nouveau-né : il semble, au premier abord, qu'on soit en présence d'indiscutables faits d'hérédité cellulaire.

» Cependant, il convient de remarquer que ces détériorations du foie, d'après d'incontestables résultats, sont l'œuvre de l'éclampsie; or, ce processus n'existait pas au moment de la conception; les granulations de l'ovule fécondé, qui devaient donner naissance aux éléments de la glande biliaire, n'ont donc pas eu la possibilité de recevoir l'impression de ce pro-

---

[1] Nous tenons à remercier M. Lepage et son interne qui ont bien voulu nous fournir des matériaux.

cessus et, par conséquent, elles ont été incapables de transmettre cette impression modificatrice. — Les accidents éclamptiques ne sont survenus que beaucoup plus tard, sous l'influence d'une série de poisons, dont la réalité est mise en évidence par les lésions hépatiques et sanguines que provoquent, chez les animaux, les injections du sérum des femmes atteintes de ces accidents. Franchissant le placenta, ces poisons ont pu, chez le rejeton, altérer le foie et le sang, soumis dans ce cas aux mêmes influences toxiques que les tissus maternels (1).

» On ne saurait être aussi affirmatif relativement aux lésions globulaires, attendu que, le diabète existant à l'heure de la conception, les éléments ovulaires, d'ou devaient procéder ceux du sang fœtal, ont pu porter en eux la tare diabétique et, par suite, la transmettre. — Il est vrai qu'on est aussi en droit de soutenir, comme pour les altérations hépatiques, une sorte d'hérédité post-ovulaire s'exerçant à l'aide de principes nuisibles attribuables au diabète; autrement dit, il est possible d'admettre que, chez le nouveau-né, ces principes nuisibles, venus de la mère, ont constitué, pour ces cellules hépatiques, un milieu analogue à celui dans lequel baignaient, chez cette mère, ces mêmes cellules : or, nul n'ignore que, pour une part, les éléments anatomiques subissent l'influence de ces milieux environnants.

» Quoi qu'il en soit, de l'analyse de ces faits il est permis de conclure que des tares cellulaires précises, indiscutables, portant sur des éléments importants, hautement différenciés, se rencontrent et chez les ascendants et chez les descendants. De telles constatations, en dépit des apparences, ne nécessitent pas forcément l'intervention des processus d'hérédité directe, ovulaire; l'existence simultanée de semblables anomalies chez la mère et l'enfant peut être due à ce que, chez l'une et chez l'autre, les mêmes groupes cellulaires ont été soumis à l'action altérante des mêmes agents morbifiques. »

HYGIÈNE. — *Sur une réaction caractéristique des eaux pures.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Armand Gautier.

« J'ai montré antérieurement que les eaux contaminées contenaient des groupements sulfurés unis au fer (2), qu'elles possédaient la propriété de

(1) Voir *Journal de Physiologie et de Path. gén.*, 1900.

(2) *Comptes rendus*, 1900-1901.

donner avec le paradiazobenzènesulfonate de sodium une coloration orangée et de recolorer le réactif de Schiff.

» A ces deux réactifs, j'en ai ajouté un troisième, l'hexaméthyltriamidotriphénylcarbinol, plus connu sous le nom de *violet cristallisé*. En solution sulfureuse, il permet, comme on le verra plus loin, de distinguer les eaux pures des eaux contaminées.

» Quoique le violet cristallisé représente de la rosaniline hexaméthylée, et que les aldéhydes régénèrent de la solution sulfureuse incolore la couleur primitive, ainsi qu'il arrive avec la fuchsine, il possède, vis-à-vis des réducteurs qui se trouvent dans les eaux impures, des propriétés inverses de celles de la fuchsine.

» Lorsqu'on verse dans une eau pure une solution sulfureuse et incolore de violet cristallisé, la couleur primitive apparaît, et avec beaucoup plus d'intensité si l'eau, après avoir été chauffée à 35°-40°, est ensuite refroidie; mais, si elle est souillée par des déjections humaines ou animales, par des eaux d'égouts, ou encore si elle contient l'oxysulfocarbonate de fer, le retour à la coloration primitive n'a pas lieu, que l'on opère à froid ou à chaud.

» Le réactif s'obtient aisément en dissolvant $0^{gr},25$ de violet cristallisé dans 250^{cc} d'une solution aqueuse saturée à froid d'acide sulfureux.

» Pour faire l'essai d'une eau, on opère comme il suit :

» 1° Dans un flacon-éprouvette bouchant à l'émeri, on mesure 100^{cc} d'eau et l'on ajoute $1^{cc},5$ de réactif; si l'eau est pure, il se forme à la surface un anneau violet qui, peu à peu, augmente d'intensité et gagne tout le liquide. Avec les eaux très pures, si le réactif est versé avec soin, on voit la couleur renaître sur le trajet que suit la solution sulfureuse.

» 2° On remplit d'eau à analyser un flacon à l'émeri de 200^{cc} de capacité; on le place dans une enceinte chauffée à 35°-40° pendant deux heures et on l'abandonne ensuite au refroidissement un temps égal, on prélève 100^{cc} que l'on additionne de $1^{cc},5$ de réactif, et, si l'eau est pure, on observe une coloration violette dont l'intensité est environ dix fois plus forte que dans la première opération.

» Les eaux de sources, pures, que j'ai analysées ont toujours donné une réaction violette ou positive, mais c'est surtout sur l'eau du Rhône que j'ai expérimenté, l'ayant à chaque instant sous la main; on trouvera plus loin les observations qui la concernent. M. Sisley, directeur scientifique de la teinturerie Renard-Villette et Cie, s'est particulièrement occupé des eaux des puits, la pureté des eaux ayant de l'importance pour certaines opérations de teinturerie sur soie. Il résulte de ses recherches que les eaux

possèdent un pouvoir recolorant d'autant plus prononcé qu'elles sont moins riches en matières organiques, ou que l'oxygène consommé est plus faible. Toutefois les eaux susceptibles, à un moment donné, de contenir de l'oxysulfocarbonate de fer ou de dégager H^2S, comme il arrive fréquemment, sont dépourvues de la réaction caractéristique que j'ai signalée plus haut.

» La cause de l'inactivité des eaux doit être attribuée à la contamination et aux groupements sulfurés qui en sont la conséquence. En effet, si, à une eau qui donne la réaction positive, on ajoute de l'urine, de l'eau d'égout, ou encore de l'oxysulfocarbonate de fer, dans quelque condition que l'on se place, on ne régénère pas le violet. Cependant, et comme preuve indirecte de l'influence des réducteurs, une eau inactive peut être rendue active par l'action des oxydants. Lorsque à 100^{cm^3} d'une eau impure, on ajoute 1^{cc} d'eau oxygénée et qu'on expose le tout pendant trois heures à la température de 35°-40°, après refroidissement complet, on obtient une réaction positive, alors qu'un second échantillon d'eau placée dans les mêmes conditions, mais non additionnée, restera inactive.

» *Relations entre les indications fournies par les trois réactifs : paradiazobenzène sulfonate de sodium, fuchsine et violet cristallisé en solution sulfureuse.* — Entre ces trois réactifs existe une relation remarquable, que l'on peut résumer ainsi qu'il suit : Lorsqu'une eau donne la réaction positive au violet, elle donnera à la fuchsine et au paradiazobenzène une réaction négative. Inversement, lorsque la réaction à la fuchsine et au paradiazobenzène sera positive, le violet accusera la réaction négative. Dans le premier cas l'eau est pure, dans le second elle est contaminée. Je ne rapporterai pas ici toutes les observations qui confirment ces relations, je ne mentionnerai que des faits récents et d'ailleurs caractéristiques.

» L'eau du Rhône a présenté jusqu'au 22 mai la réaction positive au violet, négative ou paradiazobenzène et à la fuchsine : ce même jour un violent orage s'est abattu sur la ville et les environs, déversant dans le fleuve les eaux de lavage des rues et des routes; cet apport d'eaux souillées, à peine sensible à l'étiage, avait légèrement troublé le fleuve. Le 23, au matin, j'ai constaté la réaction négative au violet, fortement positive aux deux autres réactifs; dès 1^h de l'après-midi les réactions de la contamination ont diminué d'intensité, et vers 5^h, alors que les eaux amenées par l'orage étaient presque écoulées, le violet commençait à être régénéré; la fuchsine et le paradiazobenzène donnaient de leur côté une réaction très faible; mais un nouvel orage survenu à 4^h, a remis le fleuve dans la même situation que le 23, et pendant les

jours suivants, troublé par des averses d'eau, le Rhône a présenté la succession des colorations des eaux pures et souillées.

» Des faits précédents nous tirerons les conclusions suivantes : Lorsque l'eau est pure de toute contamination, elle possède la propriété de recolorer la solution sulfureuse de violet cristallisé ; elle est sans action sur la fuchsine sulfureuse, ainsi que sur le paradiazobenzène sulfonate. Lorsqu'elle est souillée par des déjections humaines ou animales, ou encore par de l'oxysulfocarbonate de fer, le violet n'est pas recoloré, tandis que les deux autres réactifs accusent par leur coloration la présence des produits cités.

» J'ajouterai que le Rhône présente la réaction positive au violet, précisément lorsque disparaissent les réactions positives au paradiazobenzène sulfonate et à la fuchsine; c'est-à-dire que, sauf les cas accidentels, cette réaction apparaît en novembre et persiste jusqu'en juillet. Mais dès la première moitié de juillet on traverse une période mixte, les trois réactifs donnent une légère coloration positive : c'est le commencement des fermentations occasionnées par la chaleur; cette période persiste une quinzaine, puis en avril le violet disparaît totalement et fait place aux colorations du paradiazobenzène et de la fuchsine sulfureuse jusqu'à l'entrée de l'hiver. »

M. Fréd. Landolph adresse une Note ayant pour titre : « Nouvelle méthode analytique pour l'analyse des sucs gastriques. Dosage du chlore total par la craie sodée; classification nouvelle. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er JUILLET 1901.

Traité de Géométrie descriptive et géométrie cotée, par ERNEST LEBON; Ier vol. *A l'usage de la Classe de Mathématiques élémentaires*, 3e édit., Paris, Delalain frères, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Poincaré. Hommage de l'Auteur.)

Note relative à la Règle de Gauss et à une nouvelle règle pour trouver la date de la fête de Pâques, conformément au calendrier grégorien, par H. MEILHEURAT. Moulins, Étienne Auclaire, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Traité général de Viticulture. Ampélographie, publiée sous la direction de P. VIALA et V. VERMOREL; t. II. Macon, impr. Protat, 1901; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Guignard. Hommage de MM. Viala et Vermorel.)

Rapport général présenté à M. le Ministre de l'Intérieur par l'Académie de Médecine sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France et dans les colonies pendant l'année 1899. Melun, 1900: 1 fasc. in-8°.

Expédition Norvégienne de 1899-1900 *pour l'étude des aurores boréales; Résultats des recherches magnétiques*, par KR. BIRKELAND. Christiania, Jacob Dybwad, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Poincaré. Hommage de l'Auteur.)

Albert Ier, Prince de Monaco, Campagnes scientifiques. Histoire des Voyages, Carte III : *Itinéraire du yacht* Princesse-Alice *dans l'Océan Atlantique Nord. dans la Méditerranée et dans l'Océan Glacial Arctique, de* 1891 *à* 1899. Paris, Impr. Vieillemard fils et Cie, 1901; 1 feuille grand-aigle. (Présenté en hommage par S. A. le Prince de Monaco.)

Carte géologique du massif du Mont Blanc, par L. DUPARC et L. MRAZEC. Genève, s. d.; 1 feuille grand-aigle.

The American Ephemeris and Nautical Almanac for the year 1904, first edition. Washington, 1901; 1 vol. in-8°.

Annual Report of the Observatory Syndicate. Report of the proceedings in the Cambridge Observatory, from 1900 *may* 26 *to* 1901 *may* 25. Cambridge; 1 fasc. in-4°.

Compte rendu des travaux séricologiques pendant le voyage en Europe

de 1891-1892, par D.-M. Rossinsky, 1re et 2e parties. Moscou, 1900; 10 fasc. in-8°. (En langue russe.) (Hommage de l'Auteur.)

Magnetical, meteorological and seismological observations made at the Government observatory, Bombay, in the years 1898 *and* 1899, under the direction of N.-A.-F. Moos, with appendices, Bombay, 1901; 1 vol in-4°.

Publications de l'Observatoire central Nicolas, sous la direction de O. Backlund; série II; Vol. VI. *Observations faites au cercle méridien,* par H. Romberg; Vol. VIII. *Observations faites au cercle vertical,* par M. Nyrén et A Ivanof. Saint-Pétersbourg, imprimerie de l'Académie impériale des Sciences, 1900; 2 vol. petit in-f°.

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe; LXVI Band, 3 Theil; LXVIII Band. Vienne, 1900; 2 vol. in-4°.

Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenchaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe. Jahrg. 1899, CVIII Bd. Abtheilungen I-III, Jänner bis December; Jahrgang 1900, CIX Bd. Abtheilungen I-III, Jänner bis Juni. Vienne, 1899-1900; 29 fasc. in-8°.

Almanach der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, neunundvierzigster Jahrgang, 1899. Vienne, 1899; 1 vol. in-12.

ERRATA.

(Séance du 24 juin 1901.)

Note de M. *Berthelot,* Équilibres chimiques, etc. :

Page 1522, dernière ligne, *au lieu de* 0.61 PO^4R^3 soluble, *lisez* 0,45.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JUILLET 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Note de M. **Berthelot** *accompagnant la présentation de son Ouvrage sur les carbures d'hydrogène.*

« Le nouvel Ouvrage, en 3 Volumes gr. in-8°, que je présente aujourd'hui à l'Académie a pour titre : « Les Carbures d'hydrogène, 1851-1901 ». Il contient la réunion des expériences et des recherches que j'ai exécutées sur les carbures d'hydrogène, et principalement sur leur synthèse depuis les éléments, synthèse qui est le pivot de toutes les autres en Chimie organique. La formation de l'acétylène, de l'éthylène, du formène et de la benzine, les quatre carbures fondamentaux, celle des carbures pyrogénés,

les méthodes générales propres à hydrogéner les carbures et les autres composés organiques, la synthèse des alcools, etc., n'ont cessé de me préoccuper depuis un demi-siècle. Mes premiers travaux à cet égard datent de l'année 1851, et les derniers de l'année 1901. Leur exposition était dispersée dans une multitude de Mémoires, consignés dans des Recueils multiples, variété de publications où il est à peu près impossible de retrouver l'ensemble de mes recherches, ou d'en apercevoir l'enchaînement méthodique et les idées directrices. C'est ce qui m'a engagé à les reproduire en un tout coordonné, comprenant d'ailleurs uniquement la reproduction de mes propres Mémoires, sous la forme même où ils ont été publiés.

» Le présent Ouvrage comprend 1442 pages, distribuées en 3 volumes gr. in-8°, et imprimés avec la perfection ordinaire qui caractérise les publications de M. Gauthier-Villars.

» Tome I. — *L'acétylène : Synthèse totale des carbures d'hydrogène.*

» Tome II. — *Les carbures pyrogénés. Séries diverses : propylique, allylique, camphénique.*

» Tome III. — *Combinaison des carbures d'hydrogène avec l'hydrogène, l'oxygène, les éléments de l'eau.*

» Peut-être me sera-t-il permis de rappeler que la découverte de la synthèse des carbures d'hydrogène et des alcools, que j'ai réalisée à partir de l'année 1854, jointe à la découverte des alcools polyatomiques, glycérine, mannite et matières sucrées, et à la synthèse des corps gras neutres, réalisées par mes expériences en 1854 et 1855, ont fondé l'unité définitive de la Chimie organique. Les liens compréhensifs établis par ces découvertes entre les diverses classes de principes carbonés, renfermés au sein des végétaux et des animaux, ont concouru à constituer les cadres généraux de cette science, jusque-là disséminée, à la façon d'une histoire naturelle, dans l'étude de groupes divers entre lesquels n'existaient aucunes relations autres que celles de leur origine commune au sein des êtres organisés. Ç'a été le point de départ des travaux accumulés des nouvelles générations de chimistes, qui ont réussi depuis lors à décupler l'étendue de la Chimie organique.

» A cet égard, j'espère que la présente publication, qui résume toute une vie scientifique, présentera quelque intérêt, à la fois pour les spécialistes d'aujourd'hui et pour les personnes curieuses de connaître la marche générale de l'esprit humain dans la recherche de la vérité. »

M. le **Président** remercie M. Berthelot au nom de l'Académie et s'exprime en ces termes :

« L'Ouvrage dont M. Berthelot fait hommage à l'Académie, et dont nous le remercions, est un trésor dans lequel sont méthodiquement rangées des richesses scientifiques d'une valeur incomparable.

» Toutes les découvertes de notre illustre Confrère ne sont pas, cependant, consignées dans ces Volumes; il a abordé d'autres genres d'études dans lesquels il s'est montré non moins génial; mais c'est dans ses synthèses organiques qu'il a rivalisé le plus victorieusement avec la nature, multipliant ses procédés créateurs, et atteignant avec une rare perfection le but de ses plus mystérieuses opérations.

» M. Berthelot est l'une de nos gloires les plus incontestées; sa renommée est universelle.

» Aussi, votre Président pour l'année 1901, qui fut jadis son condisciple sur les bancs du Collège Henri IV, est-il heureux d'avoir à célébrer la grandeur de l'œuvre qu'il a accomplie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux dérivés du benzylcamphre et du benzylidènecamphre.* Note de MM. **A. Haller** et **J. Minguin**.

« Dans notre dernière Communication ([1]), nous avons montré : 1° qu'en faisant agir de l'acide bromhydrique à froid sur le benzylidènecamphre, on obtient du benzylcamphre monobromé de la formule

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} CH.CHBrC^6H^5 \\ | \\ CO \end{array}\right. ;$$

2° qu'en opérant, au contraire, à chaud et en vase clos, il se forme un mélange de deux acides ayant respectivement les deux formules

$$\underset{\text{I.}}{C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} CH = CHC^6H^5 \\ COOH \end{array}\right.}, \qquad \underset{\text{II.}}{C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} CH^2.CHOHC^6H^5 \\ COOH \end{array}\right.} ;$$

3° que ces mêmes acides prennent naissance en soumettant le benzylcamphre monobromé à l'action de la potasse alcoolique. Nous pouvons ajouter que la formation des deux acides aux dépens du dérivé bromé se

(1) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1362.

réalise mieux en employant une solution d'ammoniaque dans l'alcool, évaporant, reprenant par l'eau et sursaturant la solution au moyen de l'acide sulfurique. Le précipité visqueux est ensuite mis à cristalliser dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole, ce qui permet de séparer assez facilement la majeure partie de l'acide II cristallisé de l'acide I visqueux.

» *Acide phénylbromohomocampholique :* $C^8H^{14}\langle\begin{matrix}CH^2 - CHBr.C^6H^5\\ COOH\end{matrix}$. — Dans la même Communication que nous venons de rappeler, nous avons, en outre, fait voir qu'il était possible de passer de l'acide II à l'acide I en éthérifiant la première de ces molécules au moyen de l'alcool méthylique et de l'acide chlorhydrique. Au lieu d'obtenir l'éther de l'acide mis en œuvre, on isole l'éther de l'acide I; une simple saponification suffit pour retomber sur cet acide visqueux.

» Comme l'indique sa formule, ce corps renferme une chaîne latérale non saturée. La propriété qu'il possède de s'additionner à froid de l'acide bromhydrique, quand on l'agite avec une solution de cet hydracide dans l'acide acétique cristallisable, justifie cette manière de voir. Ajoutons que dans cette réaction d'addition il se forme en même temps de petites quantités de bromure de benzyle reconnaissable à son odeur.

» L'acide phénylbromohomocampholique, qui prend naissance suivant la réaction :

$$C^8H^{14}\langle\begin{matrix}CH = CH - C^6H^5\\ COOH\end{matrix} + HBr = C^8H^{14}\langle\begin{matrix}CH^2 - CHBr.C^6H^5\\ COOH\end{matrix}$$

constitue des cristaux durs et blancs, solubles dans l'alcool, le benzène, le toluène, l'éther, et fondant à 135°. Son pouvoir rotatoire pris au sein du toluène est $[\alpha]_D = +44°,8$.

» Chauffé à 100°, avec une solution d'acide bromhydrique dans l'acide acétique, cet acide bromé régénère, non pas l'acide I, à chaîne latérale non saturée, mais l'acide hydroxylé II.

» Traité par une solution alcoolique de potasse, il fournit un mélange d'acide visqueux I et d'acide cristallisé II.

» *Benzylcamphres bromés* $C^8H^{14}\langle\begin{matrix}CBr.CH^2.C^6H^5\\ |\\ CO\end{matrix}$. — Ces composés ont été obtenus en chauffant au bain-marie 40^{gr} de benzylcamphre droit dissous dans 100^{gr} de sulfure de carbone, avec 26^{gr} de brome. On arrête l'opération quand il ne se dégage plus d'acide bromhydrique; on évapore, on lave le résidu avec de l'eau et l'on fait finalement cristalliser le produit

dans un mélange d'alcool et d'éther. La bouillie cristalline qu'on obtient est essorée et la partie solide est de nouveau purifiée par cristallisation dans l'alcool étendu d'éther. On a ainsi de grands prismes de 93°10 appartenant au système orthorhombique. Pour $b = 1000$, $h = 642,6$. Les faces observées sont mh_3, g_1, $e_1 e_2$.

» Ce corps fond à 94°-95° et possède, dans l'alcool, le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +61°$. Sa composition répond à celle d'un benzylcamphre bromé isomère de celui qu'on obtient par addition directe de l'acide bromhydrique au benzylidènecamphre. Vis-à-vis de la potasse alcoolique, il se comporte d'ailleurs différemment, en donnant non pas les acides I et II, mais en régénérant simplement le benzylidènecamphre.

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CBr.CH^2.C^6H^5\\ |\\ CO\end{array}\right. + KHO = KBr + C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = CH.C^6H^5\\ |\\ CO\end{array}\right.$$

avec son point de fusion de 98°, et son pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha]_D = +423°,34$.

» Ce départ d'acide bromhydrique peut d'ailleurs se faire sous l'action de la chaleur seule. Si, en effet, on maintient en fusion pendant quelque temps ce benzylcamphre monobromé, il perd entièrement son acide bromhydrique et il reste du benzylidènecamphre fondant à 98°.

» L'acide bromhydrique est sans action à 100° sur ce dérivé bromé. Il ne subit donc pas la rupture d'un des noyaux comme le fait son isomère. Réduit au sein de l'alcool par du zinc et de l'acide chlorhydrique, il régénère du benzylcamphre fondant à 52°.

» *Benzylcamphre bromé* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CBr.CH^2C^6H^5\\ |\\ CO\end{array}\right.$ *stéréo-isomère*. — La préparation du composé que nous venons de décrire est accompagnée de la production de corps visqueux qui, abandonnés à eux-mêmes, finissent par se prendre en un magma cristallin dont on retire, après un traitement approprié, des cristaux fondant à 90°-91° et possédant dans l'alcool le pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha]_D = +20°$.

» La forme cristalline de ce nouveau corps est nettement différente de celle du dérivé bromé signalé plus haut, et comme il a la même composition centésimale, il ne saurait être qu'un stéréo-isomère de ce composé. A l'égard de la potasse alcoolique, il se comporte d'ailleurs comme lui et fournit du benzylidènecamphre fondant à 98° et ayant le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +444°$.

» Chauffé pendant quelque temps, il perd également de l'acide bromhydrique en régénérant le même benzylidènecamphre.

» Ces benzylcamphres bromés paraissent donc se comporter comme le produit d'addition de la benzylidènementhone avec l'acide bromhydrique, de M. Wallach et de M. Martine ([1]), composé qui cède aussi facilement les éléments de l'hydracide quand on le traite par de l'alcoolate de soude.

» *Benzylidènecamphres ortho et parabromés* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = CH - C^6H^4Br \\ | \\ CO\end{array}\right.$. — Quand on fait agir sur 40^{gr} de benzylcamphre 52^{gr} de brome, que le benzylcamphre soit en dissolution dans le sulfure de carbone ou à l'état solide, on obtient un produit visqueux qu'il n'a pas été possible de faire cristalliser. Pour en extraire un produit défini, on le chauffe dans un appareil à reflux avec une dissolution alcoolique de potasse, et après avoir séparé le bromure de potassium, on verse la solution dans l'eau. Il se précipite un corps visqueux qui se solidifie à la longue. On reprend par l'alcool bouillant, qui par refroidissement laisse déposer des cristaux peu solubles dans l'alcool froid, mais très solubles dans le benzène à la température ordinaire.

» Ces cristaux se présentent sous la forme de prismes orthorhombiques de 102°,12′ dans lesquels pour $b = 1000$, $h = 1101,5$. Les faces observées sont b_1, c_1, a_2. Ils fondent à 129°-130°. Leur pouvoir rotatoire spécifique dans le toluène $[\alpha]_D = +315°$.

» Ce dérivé est accompagné d'un autre fondant à 105° et se présentant sous la forme de prismes monocliniques de 92°,30′. Inclinaison 11°,28′. Pour $b = 1000$, $h = 391,8$. Les faces observées sont $pmg_1, g_3, h_1, e_1, 2\frac{1}{2}$. Son pouvoir rotatoire dans le toluène $[\alpha]_D = +283°$.

» Ces deux composés se forment aussi quand on soumet le benzylcamphre monobromé $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CBr - CH^2 - C^6H^5 \\ | \\ CO\end{array}\right.$ à l'action du brome et qu'on traite le produit de la réaction par de la potasse alcoolique. Il est donc probable que dans l'action directe du brome sur le benzylcamphre il se forme les dérivés bibromés $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CBr - CH^2 - C^6H^4Br \\ | \\ CO\end{array}\right.$ qui, soumis à l'influence de la potasse alcoolique, perdent les éléments de l'acide bromhydrique et donnent naissance aux benzylidènecamphres bromés.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 40.

On a soumis les deux benzylidènecamphres bromés à l'action oxydante du permanganate de potasse, l'un de nous ayant démontré que le benzylidènecamphre lui-même est scindé par cet oxydant en acide camphorique et acide benzoïque.

» Le dérivé bromé fondant à 130° donne, dans ces conditions, de l'acide camphorique et de l'acide *bromobenzoïque para,* tandis que son isomère, fondant à 105°, fournit également de l'acide camphorique et de l'acide *orthobromobenzoïque*. Ces deux composés ont donc respectivement les constitutions suivantes :

$$C^8H^{14}\begin{cases} C = CH\langle\bigcirc\rangle Br \\ | \\ CO \end{cases}, \qquad C^8H^{14}\begin{cases} C = CH\langle\bigcirc\rangle \\ | \quad\quad\quad Br \\ CO \end{cases}.$$

» Bien que leur mode de formation et leur pouvoir rotatoire très élevé ne laissent aucun doute sur leur fonction comme benzylidènecamphres substitués, nous avons cru devoir confirmer cette fonction par des réactions déjà appliquées au produit non substitué (¹). Nous avons donc mis le dérivé parabromé en contact prolongé avec de l'acide acétique saturé d'acide bromhydrique et avons obtenu un produit visqueux bibromé qui, traité par de la potasse alcoolique ou par de l'acide bromhydrique acétique à 100°, nous a fourni un acide $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2.CH\,OH\,C^6H^4Br \\ CO\,OH \end{cases}$ fondant à 100° et ayant comme pouvoir rotatoire dans le toluène $(\alpha)_D = +57°,3'$. Il y a donc un parallélisme complet entre les réactions auxquelles donne lieu le benzylidènecamphre parabromé et celles qui sont caractéristiques pour le même composé non bromé.

» En résumé, il résulte de l'ensemble des recherches qui font l'objet de cette Note :

» 1° Que l'acide non saturé $C^8H^{14}\begin{cases} CH = CH.C^6H^5 \\ CO\,OH \end{cases}$ qui prend naissance quand on traite le benzylidènecamphre à chaud par de l'acide bromhydrique, ou le benzylcamphre bromé $C^8H^{14}\begin{cases} CH.CH\,Br.C^6H^5 \\ | \\ CO \end{cases}$ par de la potasse ou de l'ammoniaque alcoolique, fixe une molécule d'acide bromhydrique pour fournir l'acide bromé $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2.CH\,Br\,C^6H^5 \\ CO\,OH \end{cases}$;

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1361.

» 2° Que cet acide bromé, chauffé avec de l'acide bromhydrique en solution acétique, donne naissance à de l'acide $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2-CHOHC^6H^5\\ CO\,OH\end{array}\right.$;

» 3° Qu'en faisant agir une molécule de brome sur du benzylcamphre droit on obtient deux benzylcamphres bromés stéréo-isomères

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C\,Br.CH^2.C^6H^5\\ |\\ CO\end{array}\right. ,$$

différant du benzylcamphre bromé $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH\,CH\,Br.C^6H^5\\ |\\ CO\end{array}\right.$ en ce que, traités par de la potasse alcoolique, ils régénèrent tous deux le benzylidènecamphre avec ses propriétés primitives;

» 4° Qu'en bromant davantage le benzylcamphre on obtient transitoirement des dérivés dibromés qui, par action de la potasse alcoolique, fournissent deux benzylidènecamphres ortho et parabromés dans le noyau benzénique;

» 5° Que le dérivé parabromé soumis à l'action de l'acide bromhydrique à 100° donne naissance à un acide bromophényloxyhomocampholique $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2.CH\,OH.C^6H^4Br\\ CO\,OH\end{array}\right.$, et se comporte, par conséquent, vis-à-vis des hydracides, comme le benzylidènecamphre lui-même. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *La pression osmotique et son rôle de défense contre le froid dans la cellule vivante.* Note de M. D'ARSONVAL.

« A différentes reprises, dans mes Communications sur l'air liquide, j'ai montré que les tissus animaux ou végétaux refroidis à son contact deviennent très durs et extrêmement friables, ce qui permet de les pulvériser avec une grande facilité.

» D'autre part, j'ai montré que la levure de bière, le bacille pyocyanique et différents microbes pathogènes ne perdent pas leur vitalité, même après un séjour de plusieurs semaines dans l'air liquide.

» Divers expérimentateurs ont constaté également la résistance, à des températures moins basses, de certaines cellules et des microorganismes en général.

» Du rapprochement de ces deux faits on est en droit de conclure, ce me semble, que le froid n'ayant pas fait éclater la cellule, son contenu liquide n'a pas dû être solidifié malgré ces énormes abaissements de température.

» Comment peut-on expliquer cette résistance à la congélation qui semble paradoxale?

» Le fait devient moins étonnant si l'on tient compte de l'énorme pression osmotique qui existe dans les petites cellules.

» Les remarquables travaux de M. Hugo de Vries, entre autres, nous ont appris que ces pressions peuvent atteindre, et même dépasser 160 atmosphères dans les cellules volumineuses de l'*Aspergillus niger* et du *Penicillium glaucum*.

» Ces pressions augmentent avec une rapidité prodigieuse à mesure que le diamètre des cellules diminue. La force osmotique, combinée avec la tension superficielle, permet d'affirmer que la pression à l'intérieur des microorganismes doit se chiffrer par des milliers d'atmosphères.

» Or on sait, notamment par les expériences classiques de Mousson et d'Amagat, qu'on peut abaisser, pour ainsi dire, indéfiniment le point de solidification de l'eau en exerçant sur elle des pressions croissant avec l'abaissement de température.

» Il en résulte que l'eau enfermée dans une cellule vivante est dans les mêmes conditions physiques que l'eau enfermée sous pression dans les blocs d'acier de Mousson et d'Amagat; il n'est donc pas étonnant qu'elle ne puisse se congeler.

» Si ce raisonnement est vrai, on doit pouvoir tuer par le froid une cellule vivante quelconque en abaissant préalablement sa tension osmotique.

» C'est ce que j'ai vérifié pour la cellule de levure de bière.

» En plongeant préalablement la levure de bière dans des solutions hypertoniques de chlorure de sodium, de nitrate de potasse ou de glycérine, incapables de la tuer, mais diminuant énormément sa tension osmotique, elle ne résiste plus à l'abaissement de température produit par l'air liquide.

» Je n'ai pu encore réaliser les mêmes conditions pour les cellules microbiennes, beaucoup plus petites, où la tension osmotique atteint des valeurs énormes. Nul doute qu'on ne puisse y arriver en choisissant convenablement les liquides destinés à abaisser la tension osmotique cellulaire par des tâtonnements successifs, forcément très longs.

» Quoi qu'il en soit, il me semble que, dès maintenant, on est en droit d'affirmer que la pression osmotique joue un rôle considérable dans la lutte contre le froid que soutient plus ou moins victorieusement la cellule vivante, tant animale que végétale. C'est une arme de plus qu'il faut ajouter à l'arsenal si varié des défenses de l'organisme.

» Il est même possible de déterminer la valeur de la pression osmotique pour une cellule donnée en mesurant la température où son contenu se solidifie, c'est-à-dire la température où elle perd sa vitalité. Je reviendrai ultérieurement sur ces divers points pour mieux préciser tout ce que cette Note préliminaire présente d'incomplet. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ernest Cuyer** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur un nouvel appareil d'aviation ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Mascart, Appell.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses nouvelles, découvertes à l'Observatoire de Paris* (¹) (*équatorial de la tour de l'Ouest*). Note de M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Lœwy.

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Dates de la découverte, de la description. — Remarques.
414.	14ʰ. 5ᵐ.15ˢ	+18°.10′	1898 mai 23. — Gr. 13,3. Objet nettement nébuleux, de 20″ à 25″ d'étendue, mais qui est assez stellaire. Sans doute identique à 274 Javelle = 982 *Index Cat.*
415.	14. 5.20	+18.12	1898 mai 23. — Gr. 13,3-13,4. Objet demi-nébuleux, demi-stellaire et d'environ 20″ d'étendue. Sans doute identique à 275 Javelle = 983 *Index Cat.*
416.	14. 7.27	+16.20	1894 mai 26. — Objet entrevu seulement; par rapport à 5504 N.G.C. il est vers $p = 340°$, $d = 1',5$ à $1',8$.

(¹) Cette liste fait suite à celles des pages 1094 et 1465 du Tome CXXXII, et de la page 26 du Tome CXXXIII des *Comptes rendus*.

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Dates de la découverte, de la description. — Remarques.
	h m s	° ′	
417.	14.11.49	+79. 6	1884 août 22, et 1900 avril 24. — Objet excessivement faible, entrevu seulement.
418.	14.12.27	+40.10	1900 avril 24. — Gr. 13,4-13,5. Objet assez nébuleux, d'aspect un peu granuleux et de 30″ environ d'étendue.
419.	14.13.28	+26.51	1898 juin 23. — Gr. 13,3. Néb. d'environ 35″ de diamètre, plus brillante vers le centre, avec condensation granuleuse, qui ressort assez bien.
420.	14.13.54	+26.50	1898 juin 23. — Gr. 13,4-13,5. Néb. de 40″ d'étendue, assez granuleuse, sans point qui ressorte bien.
421.	14.30. 1	+79.20	1887 juillet 11. — Gr. 13,3. Amas allongé vers $p=90°$, de 1′ de long sur 40″ de large, et qui paraît entremêlé de nébulosité.
422.	14.39.33	+12.33	1898 avril 12. — Gr. 13,3-13,4. Néb. assez diffuse, arrondie, 35″ de diamètre, avec région centrale granuleuse, qui ressort assez bien.
423.	14.58.15	+49.30	1898 mai 23. — Gr. 13,4-13,5. Néb. diffuse, assez granuleuse, de 30″ à 40″ d'étendue, à peine plus brillante au centre.
424.	16.13.16	+62.48	1888 août 31, etc. — Gr. 13,3. Néb. de 30″ de diam., qui ne peut être 6111 N.G.C., car il n'y a pas d'étoile double dans son voisinage; sans doute identique à 1210 *Index Cat.*
425.	16.33.39	+36.17	1895 juin 28. — Gr. 13,5. Trace de nébulosité, entrevue seulement.
426.	16.34.24	+36.11	1886 août 28, etc. — Gr. 13,4-13,5. Néb. diffuse, parfois granuleuse, et d'env. 30″ de diamètre. Une étoile 12,3 est vers $p=125°$, $d=2',2$.
427.	16.48.19	+ 2.29	1886 juillet 2, etc. — Gr. 13,5. Trace excessivement faible de nébulosité.
428.	17.13. 8	+45.58	1897 juin 1. — Objet d'aspect assez nébuleux; paraît être un petit amas dans lequel on distingue une étoile double (13,3 et 13,4, $p=270°$, $d=12''$ à $15''$).
429.	17.14. 9	+57.29	1888 sept. 5, etc. — Gr. 13,4-13,5. Néb. très diffuse, de 40″ d'étendue, très difficile à voir à cause d'une étoile 12,5 située à $p=100°$, $d=0'5$.
430.	17.14. 9	+57.26	1891 sept. 6. — Gr. 13,4-13,5. Paraît être un amas entremêlé de nébulosité.
431.	17.44.12	+55.49	1890 oct. 13. — Gr. 13,4-13,5. Étoile d'aspect un peu nébuleux.
432.	17.44.29	+55.55	1890 oct. 13. — A cette position on soupçonne deux objets demi-nébuleux, demi-stellaires, entrevus seulement.

Rectifications et remarques.

N.G.C.	Correction de N.G.C. Æ.	Déc l.	Coordonnées pour 1900,0. Æ.	Décl.	Dates des observations.
	m s	′	h m s	° ′	
6579...	−0.12	»	18. 8. 5	+21.26	1885 juin 11.
6580...	−0.12	»	18. 8. 7	+21.26	1885 juin 11.
6582...	+0.12	»	18. 8.35	+49.53	1892 août 14.
6585...	+0.10	»	18. 9. 4	+39.36	1890 juillet 14.
6592...	+0.14	»	18. 8.49	+61.24	1890 oct. 3.
6600...	+0.10	»	18.11.46	+25. 2	1886 juillet 1.
6609...	+0.14	»	18.11.28	+61. 7	1890 oct. 2.
6612...	+0.11	»	18.12.40	+36. 3	1897 juillet 3.
6621...	−0.20	»	18.13.20	+68.21	1891 août 28.
6622...	−0.20	»	18.13.24	+68.21	1891 août 28.
6650...	+0.11	»	18.25.53	+67.58	1897 nov. 25.
6651...	+0.34	»	18.25.59	+71.31	1897 juillet 3.
6666...	+0.32	»	18.31.38	+33.29	1897 juillet 3.
6676...	+0.13	»	18.33.13	+66.52	1891 sept. 5.
6677...	+0.19	»	18.33.42	+67. 1	1891 sept. 5.
6685...	»	− 5	18.36.42	+39.53	1888 août 2.
6686...	»	− 4	18.36.51	+40. 3	1888 août 2.
6687...	−0.12	»	18.36. 0	+59.33	1891 août 14.
6688...	»	− 5	18.37.10	+36.11	1886 juillet 28.
6732...	+0.15	»	18.54. 1	+52.14	1888 sept. 8.
6757...	+0.24	»	19. 3. 7	+55.34	1888 sept. 5.
6762...	+0.15	»	19. 4.52	+63.47	1889 août 29.
6781...	»	+ 4	19.13.26	+ 6.25	1884 juillet 1.
6785...	+0.13	»	19.15.41	− 1.19	1884 juin 22.
6796...	+0.14	»	19.20.12	+60.57	1888 sept. 8.
6817...	+0.11	»	19.36. 8	+62. 9	1889 août 30.
6825...	−0.15	»	19.40.55	+63.50	1889 août 30.
6829...	−0.15	»	19.45.24	+59.40	1889 août 30.
6831...	−0.11	»	19.46.14	+59.39	1889 août 30.
6866...	»	+15	20. 0.30	+44. 3	1891 oct. 17.
6869...	−0.17	»	19.59.49	+65.59	1890 sept. 12.
6888...	−0.20	»	20. 8.29	+38. 7	1895 oct. 18.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Hall 1901 (a), faites à l'Observatoire de Rio-de-Janeiro* (équatorial de $0^m,14$). Note de M. **H. Morize**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1901.	Étoiles.	Temps moyen de Rio.	Étoile.-Comète. Δα.	Δδ.	Comparaisons.
		h m s	s	′ ″	
Mai 4....	1702 Stone	6.40.22	−49,8	+14.10,0	4:4
Mai 7....	1431 BAC	6.56.15	+24,3	− 2.58,7	5:5

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

Étoiles.	α moyenne pour 1901,0.	Réduction au jour.	δ moyenne pour 1901,0.	Réduction au jour.
	h m s	s	° ′ ″	
1702 Stone......	3.57.32,07	+0,53	−0.32. 9,7	−4,5
1431 BAC.......	4.32. 7,72	+0,62	+0.47.52,5	−6,2

Positions apparentes de la comète.

Dates.	α apparente.	Log. fact. parallaxe.	δ apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Mai 4..........	3.56.42,8	9,7313	−0.18. 4,2	−0,5324
Mai 7..........	4.32.32,6	9,7299	+0.44.47,6	−0,5363

» La comète, annoncée par un télégramme du Cap en date du 26 avril, n'a pu être vue à l'observatoire de Rio que le 2 mai, au crépuscule, et assez bas sur l'horizon. Malheureusement, deux palmiers situés dans le voisinage et dans la direction du rayon visuel ont rendu presque impossibles les observations à l'équatorial, et les deux déterminations faites l'ont été très près de l'horizon, quand, en vertu du mouvement diurne, la comète se présentait au-dessous de la touffe de feuilles.

Aspect physique.

» 2 mai. — Comète très brillante, noyau un peu diffus de grandeur $1\frac{1}{2}$; queue bifurquée, courbe, avec centre du côté sud. Du côté sud du noyau part une faible troisième queue excentrique aux deux autres.

» 4 mai. — Comète plus brillante que les jours précédents, noyau de 1[re] grandeur. La queue paraît avoir 10° à 12° de longueur et est plus droite.

» 7 mai. — Noyau plus faible, bien que les queues continuent encore à s'allonger. Une troisième queue, apparue du côté sud du noyau le 5, paraît former un angle de 40° avec la queue double. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brünner de* $0^m,16$*), pendant le premier trimestre de* 1901. Note de M. J. **Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées en trois Tableaux.

» Le *premier* donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches; les colonnes successives renferment les dates extrêmes d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jour et fraction de jour, temps civil de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en millionièmes de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observation et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le *deuxième Tableau* donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches.

» Le *troisième,* enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en millièmes de l'hémisphère.

» Il y a eu 55 jours d'observation dans ce trimestre.

» Les principaux faits qui résultent des observations sont les suivants :

» *Taches.* — Les taches ont diminué tant en nombre qu'en étendue; on a, en effet, cinq groupes et une surface totale de 130 millionièmes au lieu de neuf groupes et 436 millionièmes notés précédemment (voir *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 621).

» La répartition des groupes de taches entre les deux hémisphères est de trois au Sud au lieu de six, et de deux au Nord au lieu de trois; on n'a noté aucune tache au nord de l'équateur durant les deux mois de janvier et de février.

» Le mois de février a présenté un minimum très accentué, mais qui n'est peut-être pas le minimum absolu de la période; c'est ce que montreront les résultats des observations ultérieures.

» D'autre part, le nombre de jours sans taches a encore augmenté, 44 au lieu de 27, d'où pour ce trimestre un nombre proportionnel de 0,80 au lieu de 0,51 noté dans le dernier trimestre de 1900.

» *Régions d'activité.* — De même que les taches, les facules ont encore diminué : au total, on a 25 groupes et une surface de 6,4 millièmes au lieu de 29 groupes et 14,7 millièmes dans le précédent trimestre. Leur répartition de part et d'autre de l'équateur est de 15 groupes au lieu de 16 au Sud, et de 10 au lieu de 13 au Nord.

» En ce qui concerne les facules, le *minimum* paraît avoir eu lieu en janvier.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1901. — 0,90			
14	1	13,0	−10°,5		7
	21 j.		−10°,5	»	7
		Février 1901. — 0,76			
5-12	4	9,5	−8°		5
	17 j.		−8°,0	»	5
		Mars 1901. — 0,65			
6-9	4	5,2		+1°,5	39
8-9	2	5,6		+8	63
2-7	4	8,5	−5°		16
	17 j.		−5°,0	+4°,7	118

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1901.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier....	»	»	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	1	7
Février....	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»	1	5
Mars......	»	»	»	»	1	1	2	2	»	»	»	»	3	118
Totaux..	»	»	»	1	2	3	2	2	»	»	»	»	5	130

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1901.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier.....	4	»	»	»	2	6	1	1	»	»	»	»	7	0,9
Février	»	1	»	»	»	1	7	5	»	»	»	2	8	2,2
Mars......	2	»	1	1	4	8	2	2	»	»	»	»	10	3,3
Totaux...	6	1	1	1	6	15	10	8	»	»	»	2	25	6,4

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les réseaux conjugués de courbes orthogonales et isothermes.* Note de M. **Demartres.**

« I. Une surface étant divisée en carrés par les courbes $u =$ const., $v =$ const., nous dirons que ces courbes forment un *réseau conjugué* s'il existe une même relation, constante sur toute la surface, entre leurs courbures géodésiques $\frac{1}{\rho_u}, \frac{1}{\rho_v}$. L'élément linéaire de la surface, dans un pareil système de coordonnées, est le suivant

$$(1) \qquad ds^2 = \frac{du^2 + dv^2}{(Au + Bv + C)^2}.$$

$$(2) \qquad A'u + B'v + C' = 0,$$

A, B, C étant trois fonctions d'un paramètre t, satisfaisant à la condition (2), où les accents représentent des dérivées. La variable t pouvant être choisie comme on voudra, il n'y a ici, en réalité, que deux fonctions arbitraires. On a d'ailleurs les trois formules suivantes, pour déterminer les courbures $\frac{1}{\rho_u}, \frac{1}{\rho_v}$ et la courbure totale $\frac{1}{R_1 R_2}$

$$(3) \qquad \frac{1}{\rho_u} = -A, \qquad \frac{1}{\rho_v} = B,$$

$$(4) \qquad -\frac{1}{R_1 R_2} = \frac{(A'^2 + B'^2)(Au + Bv + C) + (A^2 + B^2)(A''u + B''v + C)}{A''u + B''v + C},$$

la dernière pouvant être, au besoin, rendue homogène en vertu de l'équation (2).

» II. On peut se proposer des questions de nature très diverse, au sujet des réseaux conjugués; chercher, par exemple, tous les réseaux appartenant à une classe spéciale de surfaces, ou encore se demander sur quelles surfaces des courbes remarquables, telles que les lignes de courbure, formeront un réseau conjugué.

» On peut aussi se donner *a priori* une loi simple relative aux courbures géodésiques, et déterminer les surfaces et les réseaux correspondants. Si, par exemple, on veut que ces courbures conservent un rapport constant, on est conduit immédiatement au théorème suivant :

» *Pour qu'une surface soit de révolution, il faut et il suffit qu'elle soit*

divisée en carrés par deux familles de lignes dont les courbures soient dans un rapport constant; toute surface de révolution admet une infinité de pareils systèmes, les courbes qui les composent sont des loxodromies.

» *L'alysséide est caractérisée par le fait que, dans chaque reseau, chacune des deux courbes géodésiques, séparément, reste constante.*

» Il est clair que les surfaces applicables sur les surfaces de révolution peuvent admettre d'autres réseaux conjugués correspondant à une autre relation entre les courbures; nous laisserons de côté, pour le moment, cette question, qui donne lieu à d'assez longs développements.

» III. Il y aurait intérêt à connaître tous les réseaux conjugués appartenant aux surfaces de courbure totale constante, et cette recherche paraît présenter peu de difficulté. En effet, la relation (4) fournit alors entre u, v une relation linéaire qui, en raison de la condition (2), doit se réduire à une identité; en écrivant qu'il en est ainsi, on est conduit à deux équations linéaires du second ordre qui permettent de déterminer les fonctions A, B, C. Une fois ces fonctions connues, on peut obtenir les courbes conjuguées de la manière suivante.

» Supposons que l'on ait rapporté la surface à un système de coordonnées isothermes (x, y), en sorte que l'on ait

$$ds^2 = f^2(du^2 + dv^2) = M^2(dx^2 + dy^2).$$

» On sait que $x + iy$ sera alors une certaine fonction de $u + iv$, en sorte que l'on aura

$$x + iy = \varphi(u + iv).$$

» Or, les courbures géodésiques des quatre lignes coordonnées et la fonction φ satisfont à l'équation

$$(5) \qquad f\left(\frac{1}{\rho_u} + \frac{i}{\rho_v}\right) = \frac{\varphi''(u + iv)}{\varphi'(u + iv)} + M\left(\frac{1}{\rho_x} + \frac{i}{\rho_y}\right)\varphi'(u + iv).$$

» Dans le cas particulier que nous considérons, une fois connues les fonctions A, B, C, on aura f, $\frac{1}{\rho_u}$, $\frac{1}{\rho_v}$, et par suite cette équation (5) déterminera la fonction φ, qui, à son tour, donnera x et y en fonction de u, v.

» Si l'on applique cette méthode au cas du plan, ou des surfaces développables, le dernier terme de (5) disparaît, les calculs s'achèvent aisément et l'on obtient alors quatre systèmes distincts de réseaux conjugués, savoir :

» 1° Les coordonnées cartésiennes $\left(\frac{1}{\rho_u} = \frac{1}{\rho_v} = 0\right)$;

» 2° Les courbures sont proportionnelles, la fonction φ est une exponentielle, les courbes conjuguées sont des spirales logarithmiques :

$$\rho e^{m\omega} = \text{const.}, \qquad \rho e^{-\frac{\omega}{m}} = \text{const.};$$

» 3° Les courbures sont liées par la relation $\left(\frac{1}{\rho_u}\right)^2 + \left(\frac{1}{\rho_v}\right)^2 = \frac{1}{a^2}$; φ est alors un logarithme, les courbes coordonnées sont

$$e^{\frac{x}{a}} \cos \frac{y}{a} = u, \qquad e^{\frac{x}{a}} \sin \frac{y}{a} = v;$$

» 4° Dans le dernier cas, on a

$$\left(\frac{1}{\rho_u}\right)^2 + \left(\frac{1}{\rho_v}\right)^2 = k^2 e^{2m \operatorname{arc} y \frac{\rho_2}{\rho_1}}, \qquad \varphi = (p + iq)(x + iy)^{ki}.$$

» Les courbes qui composent le réseau sont alors assez compliquées. Il est clair que nous avons considéré comme identiques deux réseaux superposables, mais occupant dans le plan des situations différentes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mise en série de voltamètres disjoncteurs du courant.* Note de M. **Ch. Pollak**, présentée par M. Lippmann.

« Ainsi que je l'ai fait remarquer dans une Note précédente, on ne peut pas pratiquement mettre en série des voltamètres disjoncteurs à lame d'aluminium. Car, en vertu de l'inégalité de ces éléments et, en particulier, de l'inégalité de leurs pertes à vide, les différents éléments en série exigent, pour se former, des quantités d'électricité inégales.

» On peut obvier à cet inconvénient en mettant en dérivation sur les voltamètres à faible perte des résistances convenablement choisies, de manière à rétablir l'égalité entre les débits nécessaires à tous les éléments de la série. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les phosphates manganiques.* Note de M. **V. Auger**, présentée par M. A. Moissan.

« Les phosphates manganiques ont été étudiés par Christensen et plus tard par H. Schyerning [1].

[1] *J. für prakt. Chem.*, 2e série, t. XXVIII, p. 20, et t. XLV, p. 515.

» J'ai entrepris des recherches principalement sur la solution violette que fournit le produit de fusion de l'azotate de manganèse et l'acide phosphorique chauffés à 210° environ. La masse fondue, dissoute dans l'eau, laisse déposer spontanément, au bout de quelques jours, des croûtes cristallines roses, manifestement un mélange de deux ou trois produits, et dont l'analyse a été faite par Herrmann ([1]), qui a trouvé des chiffres se rapprochant de la formule $Mn^4P^6O^{21}, 8H^2O$. Je suis parvenu à isoler à l'état pur un sel hydraté possédant une formule qui ne diffère de celle de Herrmann que par l'eau d'hydratation et qui correspond à $Mn^4P^6O^{21}, 14H^2O$.

» Pour l'obtenir, on dilue à un litre environ la solution refroidie provenant de 30gr d'azotate de manganèse dans 100gr d'acide phosphorique à 60° Baumé, chauffés à 210°. On ajoute ensuite un demi-volume d'alcool à 95° et on laisse au bain-marie à 60°-70° environ.

» On voit alors se déposer un précipité cristallin couleur chamois, formé de lamelles losangées bien homogènes au microscope. L'analyse a été effectuée en décomposant le produit par quelques gouttes de soude, acidulant la solution par l'acide azotique additionné d'un peu d'azotite de sodium pour dissoudre l'oxyde manganique, et précipitant le phosphore par la solution molybdique. Le manganèse a été précipité de la solution molybdique filtrée, par le brome et l'ammoniaque, et le traitement renouvelé deux fois pour enlever le molybdène entraîné.

» On a trouvé ainsi : P, 18,54 pour 100; Mn, 22,00 pour 100. Calculé pour $P^6Mn^4O^{21}, 14H^2O$: P, 18,71 pour 100; Mn, 22,13 pour 100.

» La détermination de l'eau d'hydratation a fourni : à 185°, 17,8 pour 100. Calculé pour $10H^2O$, 18,1 pour 100; à 440°, 24,9 pour 100. Calculé pour $14H^2O$, 25,3 pour 100.

» Enfin, au rouge, le produit est transformé en sel manganeux : il perd alors 3,4 pour 100. Calculé pour O^2, 3,6 pour 100.

» Ce sel est certainement un pyrophosphate : en effet, traité à froid par un alcali, il fournit un phosphate alcalin qui possède toutes les réactions de l'acide pyrophosphorique.

» L'acide sulfurique le dissout en une liqueur violette passant au rouge par dilution. L'acide phosphorique le dissout aussi à froid en une liqueur violette, mais au bout de quelques minutes, la solution claire devient opalescente et laisse déposer, en se décolorant totalement, du phosphate gris blanc insoluble qui est probablement le phosphate neutre de Christensen $MnPO^4, H^2O$.

([1]) *Pogg. Ann.*, t. CV, p. 289.

» La solution aqueuse violette laisse déposer, lorsqu'on la traite par les acétates alcalins ou alcalino-terreux, des précipités cristallins, probablement des sels doubles, dont je poursuis actuellement l'étude.

» *Métaphosphate manganique* MnP^3O^9. — Herrmann, qui le premier en a fait l'analyse, avait donné la formule MnP^3O^9,H^2O; plus tard, H. Schyerning l'a analysé et trouvé anhydre. L'analyse que j'en ai faite a confirmé cette dernière formule :

Calculé pour MnP^3O^9 :	P...	31,84 pour 100	Mn...	18,83 pour 100
Trouvé »	P...	31,8 -31,9 pour 100	Mn...	19,27 pour 100

» On peut préparer rapidement et en grande quantité ce beau produit; pour cela on mélange, dans un têt à rôtir, 200gr d'anhydride phosphorique et 100gr de bioxyde de manganèse hydraté. Le mélange s'échauffe de lui-même et fournit une pâte bleue qu'on chauffe jusqu'à ce qu'elle durcisse; par lévigation, on obtient le produit pur. On obtient ainsi 175gr environ de métaphosphate. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des chlorures d'acides sur le méthanal.* Note de M. **Louis Henry**.

« Dans les *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1567, a paru un Travail de M. Marcel Descudé, ayant pour titre : *Action des chlorures acides sur les aldéhydes en présence du chlorure de zinc.*

» L'auteur ne paraît pas avoir eu connaissance d'une Note que j'ai publiée dans les *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, Classe des Sciences, année 1900, p. 48 et suivantes, séance du 3 février 1900. Cette Note, intitulée : *Sur quelques réactions du méthanal,* forme le paragraphe XIII de mes *Recherches sur les dérivés monocarbonés*. Elle a été résumée dans la *Chemisches Centralblatt,* premier volume de 1900, p. 1122.

» Je m'occupe, dans ce petit Mémoire, de l'action du pentachlorure et du pentabromure de phosphore sur le méthanal polymérisé, qui en est transformé en H^2C-Cl^2 et $HCBr^2$. J'y fais connaître également l'action des chlorure et bromure d'acétyle sur le même corps, action qui fournit les chloro et bromoacétates de méthylène $H^2C\begin{cases}Cl\\C^2H^3O^2\end{cases}$ et $H^2C\begin{cases}Cl\\C^2H^3O^2\end{cases}$.

» J'ai particulièrement insisté sur la réaction du chlorure d'acétyle qui permet d'obtenir, aisément et rapidement, le chloroacétate de méthylène

$H^2C\langle^{Cl}_{C^2H^3O^2}$ que j'ai fait connaître en 1873 [1] et que j'avais obtenu alors, non sans quelque difficulté, par l'action directe du chlore sur l'acétate de méthyle. Voici comment je m'exprime à ce sujet :

» La réaction du chlorure d'acétyle sur le méthanal polymérisé, dans les conditions indiquées, constitue une méthode aussi expéditive qu'avantageuse pour obtenir le chloroacétate de méthylène $H^2C\langle^{Cl}_{C^2H^3O^2}$.

» Ayant eu connaissance, au mois de mai dernier, du Travail fort intéressant de M. Marcel Descudé concernant l' « action des chlorures d'acides sur les éthers oxydes en présence du chlorure de zinc [2], je fus naturellement porté à croire que ce même composé faciliterait également la réaction additionnelle des chlorures acides sur le polyoxyméthylène. J'en fis de suite l'expérience sur le chlorure d'acétyle, avec le même succès et dans les mêmes conditions que relate M. Descudé dans son nouveau Mémoire. Depuis lors, de notables quantités de chloroacétate de méthylène $ClCH^2 - O - CO - CH^3$ ont été préparées dans mon laboratoire par ce procédé, d'une simplicité élémentaire, action de $CH^3 - COCl$ sur $(H^2C = O)^n$ en présence d'un fragment de chlorure de zinc fondu.

» J'essayai d'autres chlorures acides encore, notamment le *chlorure de benzoyle* $C^6H^5 - COCl$ qui, seul, est inerte sur le polyoxyde de méthylène. En présence du chlorure zincique, la désagrégation de celui-ci et son addition au méthanal est rapide. Il en résulte un liquide clair dans lequel se développent après quelque temps des aiguilles cristallines et qui se prend aisément en une masse solide dans un mélange réfrigérant de sulfate sodique et d'acide chlorhydrique. C'est, à n'en pas douter, le *chlorobenzoate de méthylène* $H^2C\langle^{Cl}_{O - CO - C^6H^5}$. Ce corps ne paraît pas distillable, du moins sous la pression ordinaire. Dans ces conditions, il distille vers 200° en se dédoublant en ses générateurs, le chlorure de benzoyle $C^6H^5 - COCl$ et le méthanal $(H^2C = O)^n$. Cette distillation a été réalisée aussi sous pression réduite. Mais je ne veux pas m'occuper davantage de cette opération et du produit qu'elle fournit, M. Descudé ayant entrepris cette étude.

---

(1) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. XXXV, p. 717.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1129, séance du 6 mai 1901.

» J'ajouterai, en terminant, qu'ayant fait reprendre à l'un de mes élèves, M. Poskin, l'étude de la série de chloruration de l'acétate de méthyle $H^3C - O - CO - CH^3$, composé intéressant par la présence de deux groupements $- CH^3$ diversement placés dans la molécule, je lui ai désigné l'action des trois dérivés chlorés du chlorure d'acétyle sur le méthanal $(CH^2 = O)^n$ comme une méthode très sûre pour obtenir divers termes de cette série, digne d'attention sous plusieurs rapports. Ces recherches sont en cours d'exécution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des alcaloïdes végétaux sur quelques réactifs indicateurs.* Note de M. **A. Astruc.**

« Dans une série de Communications antérieures j'ai montré expérimentalement, par l'étude des amines, des phénols, des acides organiques, des aldéhydes et des acétones, que, conformément aux idées exprimées pour la première fois par M. Berthelot, les phénomènes alcalimétriques et acidimétriques sont intimement liés aux phénomènes thermiques.

» J'ai poursuivi mes recherches par l'étude de l'alcalimétrie des alcaloïdes, effectuée en présence d'hélianthine A, d'acide rosolique et de phtaléine du phénol. Et afin d'éliminer autant que possible l'influence dissociante de l'eau, j'ai opéré comparativement en employant, pour les solutions d'alcaloïdes, un liquide moins dissociant, tel que l'alcool absolu, l'alcool amylique, la benzine.

» Mes essais ont porté sur un certain nombre de groupes d'alcaloïdes, et voici les résultats qui semblent se dégager de cette étude comparative :

» 1° *Alcaloïdes dérivés de la pyridine.* — Les alcaloïdes de ce groupe renferment, dans leur molécule, soit le noyau de la *pyridine,* soit celui de la *pipéridine;* cependant, l'action sur les réactifs colorants, aussi bien que les données thermochimiques, démontre nettement que le premier de ces corps possède une énergie basique inférieure à celle de son composé hexahydruré. C'est ainsi que la pyridine n'agit pas sur la phtaléine du phénol, alors que la pipéridine est sensiblement dosable à ce réactif, et cela lorsqu'on opère en milieu aqueux; en milieu neutre (benzénique, par exemple), la pyridine n'influence pas l'acide rosolique, tandis que la pipéridine est saturée en présence de ce colorant par une molécule d'acide chlorhydrique.

» Par suite, les alcaloïdes dérivés de la pipéridine (conicine, conhydrine, spartéine, etc.) sont des bases fortes, faisant virer, en solution aqueuse, les trois indicateurs déjà cités, tandis que les alcaloïdes dérivés de la pyridine (nicotine, pilocarpine) n'agissent pas, dans les mêmes conditions de dissolution, sur la phtaléine du phénol; en outre, en milieu neutre les premiers influencent l'hélianthine A et l'acide rosolique, et les seconds le méthylorange seulement.

» A part ce premier résultat général fourni par les alcaloïdes de ce groupe, l'alcalimétrie de la *spartéine,* en particulier, m'a permis de faire quelques observations intéressantes.

» Une molécule de cette base, dissoute dans l'eau, exige une molécule d'acide chlorhydrique pour être saturée en présence d'acide rosolique et de phénolphtaléine, et deux molécules du même acide en présence d'hélianthine A. Ceci démontre que la spartéine possède deux basicités différentes, fait à rapprocher de celui fourni par la nicotine, signalé par M. Colson ([1]), d'après les données thermochimiques, et par les diamines signalées par M. Berthelot, d'après l'action des colorants indicateurs ([2]).

» La monovalence vis-à-vis de l'acide rosolique indique, en outre, que la spartéine ne possède pas deux noyaux pyridiques (l'existence de deux noyaux pyridiques exigerait l'addition de deux molécules d'acide chlorhydrique).

» De plus, la spartéine, dissoute dans un milieu neutre, se comporte encore comme une base monovalente à l'acide rosolique; cela prouve que c'est le noyau pipéridique et non pyridique qui se trouve dans la molécule de cette base végétale.

» 2° *Alcaloïdes dérivés de la trapanine.* — Dans ce groupe, j'ai étudié la *trapanine* et quelques-uns de ses éthers (atropine, hyoscyamine), ensuite l'*ecgonine,* la *benzoylecgonine* et la *cocaïne.*

» La trapanine est une base forte; elle fournit des réactions comparables à celles de la pipéridine, et concordant d'ailleurs avec la formule de constitution de ce corps, puisque l'on admet qu'elle résulte de l'association d'un noyau benzénique avec un noyau pipéridique.

» L'atropine et l'hyoscyamine dissoutes dans l'eau présentent des réactions alcalimétriques sensiblement les mêmes que celles de la trapanine. Comme celle-ci elles sont des bases monovalentes aux réactifs. Mais l'alcalimétrie effectuée en solution benzénique montre une diminution de basicité. Alors que dans ce milieu la trapanine possède une fonction basique à l'acide rosolique, l'atropine et l'hyoscyamine sont neutres à ce réactif.

» L'ecgonine et la benzoylecgonine, qui possèdent à la fois une fonction acide et une fonction basique, sont sans action, en milieu aqueux, sur les réactifs colorants. Mais en solution benzénique, au contraire, quoique neutres vis-à-vis de l'acide rosolique, ces corps se comportent comme bases monovalentes en présence d'hélianthine A, et acides également monovalents en présence de phtaléine du phénol.

» 3° *Alcaloïdes dérivés de la quinoléine.* — Les alcaloïdes des quinquinas appartiennent à ce groupe.

» MM. Colson et G. Darzens ([3]) ont conclu de la neutralisation de l'acide sulfurique par la quinine à l'existence dans cet alcaloïde de deux basicités différentes et inégales. Et, en effet, en solution aqueuse, tout en étant neutre à la phénolphtaléine, une molécule de quinine exige sensiblement une molécule d'acide chlorhydrique pour être saturée en présence d'acide rosolique et deux molécules du même acide en présence

---

([1]) *Ann. de Chim. et Phys.,* 6e série, t. XIX, p. 409.

([2]) *Ibid.,* 7e série, t. XX, p. 183.

([3]) *Comptes rendus,* t. CXVIII, p. 250.

d'hélianthine A. En solution benzénique, la quinine agit seulement sur le méthylorange, et cela comme base bivalente.

» Des observations de même nature s'appliquent à la cinchonine, cinchonidine, cinchonamine, quinidine, etc.)

» 4° *Alcaloïdes dérivés de l'oxazine et de l'isoquinoléine.* — On range dans ce groupe les alcaloïdes de l'opium. Quelques-uns d'entre eux ont été étudiés thermochimiquement par M. Leroy (¹). Cet auteur les a classés par ordre d'intensité croissante depuis la codéine jusqu'à la narcéine.

» L'alcalimétrie confirme cette manière de voir. Dissoutes dans l'eau ou dans un mélange hydroalcoolique, la codéine, la morphine et la thébaïne sont approximativement dosables en présence de l'acide rosolique, et la papavérine, la narcotine et la narcéine sont neutres à ce réactif; tous se comportent d'ailleurs comme bases monovalentes vis-à-vis de l'hélianthine A.

» De plus, une solution benzénique de ces alcaloïdes agit également sur le méthylorange, et une molécule de morphine ou de narcéine exige $0^{mol},9$ à 1^{mol} de potasse pour être saturée en présence de phtaléine du phénol.

» 5° *Alcaloïdes renfermant probablement le noyau pyridique dans un état de condensation encore inconnu.* — L'aconitine, la vératrine, la strychnine, la brucine, qui font partie de cette classe, sont des bases peu énergiques n'influençant guère que l'hélianthine A, réactif des bases faibles.

» 6° *Alcaloïdes dérivés de la purine.* — La caféine cristallisée est neutre à tous les réactifs indicateurs. Déshydratée et dissoute dans la benzine, elle fait très nettement virer au jaune le méthylorange, sans cependant pouvoir être dosée à ce colorant, même d'une façon approximative.

» Ainsi donc, les alcaloïdes végétaux agissent sur les réactifs indicateurs d'une façon différente, non seulement suivant le groupe auquel ils appartiennent, mais encore suivant le pouvoir dissociant du liquide dans lequel ils sont dissous. Et comme il existe un parallélisme parfait entre les données thermochimiques et les données alcalimétriques ou acidimétriques, il est permis de prévoir combien seront fécondes en résultats les déterminations calorimétriques effectuées dans divers milieux, déjà en cours d'expérience. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dinaphtoxanthène.* Note de M. R. Fosse, présentée par M. Haller.

» J'ai préparé les dérivés monochlorés, bromés et une amine du dinaphtoxanthène, pour comparer ces corps avec les éthers chlorhydrique,

(¹) Leroy, *Thèse de doctorat ès Sciences physiques*. Paris, 1900.

bromhydrique et l'amine du prétendu binaphtylèneglycol; j'ai découvert à ces dérivés du dinaphtoxanthène des propriétés curieuses dont la littérature chimique ne possède jusqu'ici, à ma connaissance, aucun exemple analogue parmi les corps non azotés.

» Bromodinaphtoxanthène : $Br - CH\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle O$. — Ce corps a été obtenu en ajoutant une molécule de brome à une solution chaude de dinaphtoxanthène dans le bromoforme. On a distillé ce dernier dans le vide et l'on a repris par l'acide acétique chaud. Par refroidissement on obtient de beaux prismes rouges à reflets verts rappelant la fuchsine, fondant vers 218°-220° au bloc Maquenne. Ce corps retient de l'acide acétique de cristallisation; il est très soluble à chaud dans les hydracides étendus de leur volume d'eau, moins soluble dans les hydracides fumants; par refroidissement de sa solution dans l'acide bromhydrique, il se présente en aiguilles rouges dorées retenant de l'eau et de l'acide bromhydrique de cristallisation. Il se combine aux chlorures et bromures de mercure, au chlorure de platine.

» L'alcool exerce sur le bromodinaphtoxanthène une action très curieuse, dont rien de semblable n'a encore été signalé pour les corps sans azote, mais qui est, en tous points, comparable à l'action de l'alcool sur les sels diazoïques. *Si l'on chauffe du bromodinaphtoxanthène avec de l'alcool, il se produit de l'acide bromhydrique, il se reforme du dinaphtoxanthène, et enfin l'hydrogène nécessaire à cette régénération est fourni par l'alcool, qui passe à l'état d'aldéhyde,*

$$Br - CH\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle O + C^2H^6O = HBr + C^2H^4O + CH^2\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle O.$$

» *Caractérisation de l'aldéhyde.* — Dans un ballon placé au réfrigérant à reflux, on chauffe au bain-marie de l'alcool et du bromodinaphtoxanthène. Il se forme une solution rouge qui se décolore peu à peu et abandonne une matière blanche sur les parois. L'extrémité du réfrigérant, dont l'eau est maintenue au voisinage de 20°, est mise en communication avec un tube vertical conduisant dans une fiole refroidie les vapeurs non condensées. On a pu ainsi recueillir une notable proportion d'aldéhyde, caractérisé par son odeur, sa volatilité et son action sur le réactif de Schiff. Dans le liquide non volatilisé, nous avons trouvé aussi une certaine quantité d'acétal éthylique.

» *Caractérisation du dinaphtoxanthène.* — La matière insoluble blanche qui reste dans le ballon a donné, par cristallisation dans le benzène, de belles aiguilles incolores groupées fondant à 201° (forme cristalline et point de fusion du dinaphtoxanthène).

» La solution benzénique, additionnée d'une solution d'acide picrique, se colore en rouge vif et jaunit un précipité de même couleur qui, redissous à chaud, donne par refroidissement des cristaux rouges fondant en tube étroit à 173° (point de fusion du picrate de dinaphtoxanthène).

» Enfin l'alcool présente une forte réaction acide et précipite abondamment par AzO^3Ag.

» Bis-dinaphtoxanthèneamine : $O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH - AzH - CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O$. — Cette amine secondaire a été obtenue en traitant le bromodinaphtoxanthène par AzH^3 en solution alcoolique et même aqueuse. Les analyses conduisent à cette formule et non à celle de l'amine primaire $AzH^2 - CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O$ que nous pensions avoir obtenue.

» Cristallisée dans le chloroforme chaud, cette amine se présente en cristaux brillants fondant vers 230° avec décomposition.

» *Action de l'acide bromhydrique.* — L'amine, en présence de HBr, se colore en rouge-sang et se décompose en bromure d'ammonium et bromodinaphtoxanthène

$$O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH-AzH-CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O + 3HBr = AzH^4Br + 2Br-CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O.$$

» Si l'on chauffe le mélange au bain-marie, il y a dissolution et, par refroidissement, cristallisation de magnifiques cristaux rouges à reflets verts de $Br-CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O$ fondant vers 218°-220°.

» L'eau mère additionnée d'eau, filtrée et traitée par une lessive alcaline, laisse dégager une notable proportion de AzH^3.

» *Action de l'acide chlorhydrique.* — HCl se conduit comme HBr; l'amine est décomposée avec formation de AzH^4Cl et de $Cl - CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O$.

» Chlorodinaphtoxanthène. — Le monochlorodinaphtoxanthène obtenu par l'action directe du chlore sur le dinaphtoxanthène se présente en belles aiguilles rouges fondant vers 150°, identique au produit de l'action de HCl sur la bis-dinaphtoxanthèneamine. Traité par l'alcool chaud, il fournit HCl, de l'éthanal, du dinaphtoxanthène comme le bromodinaphtoxanthène. Il se combine aux chlorures et bromures de mercure; il forme avec $PtCl^4$ une combinaison très curieuse à laquelle les dosages du carbone, de l'hydrogène, du platine et du chlore attribuent la composition suivante :

$$PtCl^4 + 2\left[Cl - CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O\right],$$

qui a même forme que celle d'un chloroplatinate de base.

» Je me réserve de préparer les dérivés des différents xanthènes pour vérifier et généraliser, s'il y a lieu, les curieuses propriétés que je viens de signaler.

» Dans une prochaine Communication, je montrerai le rapport de ces corps avec ceux qu'on a cru dériver du binaphtylèneglycol.

» Dans une Communication suivante, je décrirai le dinaphtoxanthydrol et son éther, l'oxyde de bis-dinaphtoxanthène, qui jusqu'ici étaient inconnus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude du produit de nitration de l'éther acétylacétique*. Note de MM. **L. Bouveault** et **A. Bongert**, présentée par M. Haller.

« M. Scholl a obtenu, dans les produits supérieurs de l'action du nitrate d'argent sur le bromacétate d'éthyle, un liquide dont le point d'ébullition est voisin de celui que nous avons obtenu dans la nitration de l'éther acétylacétique : il possède aussi la même composition et le même poids moléculaire.

» Notre première idée eût été de conclure à l'identité de ces deux corps, d'autant plus que M. Scholl, qui le considère comme le produit de déshydratation du nitroacétate d'éthyle, lui a donné le nom de bisanhydronitroacétate d'éthyle.

» *Distinction des deux isomères.* — M. Scholl a préparé un assez grand nombre de dérivés cristallisés de son nouveau produit.

» L'ammoniaque lui a donné une diamide $C^4H^4Az^4O^4$ fondant à 121° avec explosion (l'amide isomère préparée par nous fond à 253°); la méthylamine, l'allylamine, la benzylamine, la diéthylamine lui ont fourni des diamides substituées fondant respectivement à 162°, 95°-97°, 174°, 167°.

» Les amines monosubstituées réagissent sur notre *bisanhydronitroacétate d'éthyle* avec assez d'énergie avec formation de produits visqueux dont nous n'avons pas encore terminé l'étude; en revanche, les amines bisubstituées nous ont donné des résultats d'une netteté parfaite et totalement inattendus.

» *Action des amines bisubstituées.* — La diéthylamine a donné à M. Scholl une tétraéthyldiamide $C^2Az^2O^2\ [CO\,Az(C^2H^5)^2]^2 = C^{12}H^{20}Az^4O^4$. Le produit que nous avons obtenu n'est pas même isomère avec celui-ci. Il forme de petites lamelles orangées fusibles à 112°, très solubles dans l'eau et dans l'alcool, peu solubles dans l'éther et qui répondent à la formule $C^{11}H^{22}Az^4O^3$. Nous avons constaté que ce composé est un sel de diéthylamine, car, traité par l'acide chlorhydrique étendu, il se dédouble suivant l'équation

$$C^{11}H^{22}Az^4O^3 + HCl = AzH(C^2H^5)^2HCl + C^7H^{11}Az^3O^3.$$

» L'acide $C^7H^{11}Az^3O^3$ est assez soluble dans l'eau, mais est enlevé à ce dissolvant par l'éther, d'où il se dépose par évaporation en magnifiques cristaux rouges ressemblant à des rubis et fusibles à 143° avec décomposition.

» Il ne peut donc plus être question d'identité entre notre produit et celui de M. Scholl; mais la très singulière réaction fournie par la diéthylamine nous a porté à rechercher si elle était générale pour les autres amines bisubstituées.

» Si l'on fait passer un courant de diméthylamine dans notre éther, dissous dans l'éther anhydre, on constate un rougissement très vif de la solution, un échauffement notable, une précipitation d'huile rouge qui augmente peu à peu et se transforme en de beaux cristaux rouges très faciles à purifier et qui fondent à 129°.

» Ils répondent à la formule $C^7H^{14}Az^4O^3$ et constituent le sel de diméthylamine d'un acide $C^5H^7Az^3O^3$. Ce dernier est très peu soluble dans l'eau et se précipite quand on ajoute de l'acide chlorhydrique à la solution aqueuse de son sel. Nous l'avons fait recristalliser dans le chloroforme bouillant, où il est peu soluble. Il fond à 182° en se décomposant.

» Les eaux mères d'où se sont séparés les cristaux rouges, ont été concentrées au bain-marie pour chasser l'éther, puis distillées dans le vide.

» Il reste dans le ballon une petite quantité de sel rouge, et il passe un liquide qui, distillé à la pression ordinaire, se scinde avec netteté en alcool C^2H^6O et un liquide, d'odeur faible, bouillant à 147°, miscible à l'eau et que nous avons reconnu être le *diméthylcarbamate d'éthyle* ou *diméthyluréthane* $\begin{array}{l}CO^2C^2H^5\\ |\\ Az(CH^3)^2\end{array}$.

» Il ne se fait dans la réaction que cet uréthane, de l'alcool et le sel $C^7H^{14}Az^4O^3$: or, ceci nous permet d'écrire la formule de cette réaction, qui est

$$C^2Az^2O^2(CO^2C^2H^5)^2 + 3AzH(CH^3)^2 = C^2H^6O + \begin{array}{l}CO^2C^2H^5\\ |\\ Az(CH^3)^2\end{array} + C^5H^7Az^3O^3, C^2H^7Az.$$

» On ne peut douter que l'uréthane ne se soit formé aux dépens de l'un des deux carboxéthyles du produit primitif; le second, qui a perdu son alcool, a réagi sur la diméthylamine : on peut écrire la même équation d'une manière plus explicite

$$\begin{array}{l}C^2Az^2O^2(CO^2C^2H^5)^2 + 3AzH(CH^3)^2\\ = C^2H^6O + \begin{array}{l}CO^2C^2H^5\\ |\\ Az(CH^3)^2\end{array} + C^2HAz^2O^2 - COAz(CH^3)^2 - AzH(CH^3)^2.\end{array}$$

» L'acide $C^7H^{11}Az^3O^3$ obtenu en partant de la diéthylamine serait alors représenté par

$$C^2HAz^2O^2 - COAz(C^2H^5)^2;$$

nous n'avons pas cherché dans ce cas à isoler l'uréthane correspondant.

» La pipéridine se comporte vis-à-vis de notre éther tout à fait comme les deux bases précédentes : elle fournit de l'alcool, du *pipéryluréthane*, liquide incolore et insoluble dans l'eau, bouillant à 103° sous 20^{mm} et enfin le sel de pipéridine de l'acide correspondant.

» Ce sel forme de beaux cristaux orangés fusibles à 148° en se décomposant.

» Son acide, dont la composition s'accorde avec la formule

$$C^2HAz^2O^2 - COAzC^5H^{10},$$

est en beaux cristaux d'un rouge orangé, solubles dans l'éther et fusibles à 162° avec décomposition. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode de synthèse d'aldéhydes acétyléniques*. Note de MM. **Ch. Moureu** et **R. Delange**, présentée par M. H. Moissan.

« Il a été établi récemment (¹) que l'aldéhyde formique $H^2C = O$ pouvait être condensé avec les carbures acétyléniques vrais $R - C \equiv CH$, avec production d'alcools primaires acétyléniques $R - C \equiv C - CH^2OH$. Si l'on considère un éther formique, soit, pour fixer les idées, le formiate d'éthyle $(OC^2H^5)HC = O$, on voit qn'il diffère de l'aldéhyde formique uniquement en ceci qu'un atome d'hydrogène de l'aldéhyde se trouve remplacé par l'oxéthyle. Cette similitude de structure, qui devait *a priori* entraîner quelque analogie dans les propriétés chimiques, nous a suggéré l'idée de tenter la condensation des éthers formiques avec les mêmes carbures acétyléniques. En fait, l'expérience montre que les éthers formiques attaquent avec énergie les carbures sodés $R - C \equiv CNa$, et que l'action ultérieure de l'eau sur le produit brut de la réaction engendre des aldéhydes acétyléniques $R - C \equiv C - CHO$.

» L'opération, pour réussir, doit être faite au voisinage de 0°. On ajoute, peu à peu et en agitant, le carbure sodé (1 molécule) en suspension dans l'éther absolu et préalablement refroidi à 0°, à un excès (soit environ 2 molécules) de formiate d'éthyle également bien refroidi. Il y a réaction immédiate; la liqueur se colore peu à peu en jaune. Au bout de six heures, le vase à réaction ayant été constamment entouré de glace, on constate que la majeure partie du carbure sodé est entrée en dissolution. A ce moment on projette dans le mélange de la glace en excès par petits morceaux, et l'on agite; on décante la couche éthérée, et, après lavage à l'eau et dessiccation, on évapore l'éther et l'on rectifie le résidu par distillation fractionnée dans le vide. Les rendements varient de 15 à 18 pour 100; il convient d'ajouter qu'une bonne partie du carbure non transformé en aldéhyde peut, en général, être facilement récupérée.

» On obtient ainsi, en partant de l'œnanthylidène, carbure acyclique normal $C^5H^{11} - C \equiv CH$, l'aldéhyde amylpropiolique $C^5H^{11} - C \equiv CHO$. Ce composé est un liquide incolore, à odeur faible d'œnanthol et d'ailleurs piquante; il distille à 89° sous 26mm, et à 185°-187° sous la pression normale; sa densité à 0° est 0,89.

» Avec le phénylacétylène, carbure cyclique $C^6H^5 - C \equiv CH$, on prépare

(¹) Ch. Moureu et H. Desmots, *Comptes rendus*, 20 mai 1901.

de même l'aldéhyde phénylpropiolique $C^6H^5 - C \equiv C - CHO$, composé qui a été obtenu dernièrement par Claisen en partant de l'aldéhyde cinnamique (1). C'est un liquide de densité 1,0791 à 0°, à odeur piquante et faiblement aromatique, qui se colore lentement à l'air; il bout à 127°-128° sous 28^{mm}. Lorsqu'on cherche à le distiller sous la pression atmosphérique, il se décompose avec dégagement d'oxyde de carbone, fait déjà observé par Claisen.

» Il est bien entendu que les deux aldéhydes possèdent les caractères essentiels de leur fonction : recoloration de la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux, réduction du nitrate d'argent ammoniacal, formation de combinaisons cristallisées avec le bisulfite de soude.

» Leur constitution chimique découle immédiatement de cette remarque qu'ils ne précipitent pas par le réactif de Béhal (nitrate d'argent en solution alcoolique), lequel est spécifique des carbures acétyléniques vrais. L'hydrogène acétylénique ayant disparu, il est forcé que le groupement fonctionnel aldéhydique $- CHO$ ait pris sa place.

» *Théorie de la réaction.* — Puisque le carbure sodé entre en dissolution dans l'éther ambiant (voir plus haut la préparation), c'est qu'il se combine à l'éther formique en donnant un dérivé sodé complexe soluble, et dès lors la formation d'aldéhyde sera représentée par l'équation suivante :

$$\underbrace{R - C \equiv C - CH(ONa)(OC^2H^5)}_{\text{Dérivé sodé complexe.}} + H^2O = \underbrace{R - C \equiv C - CHO}_{\text{Aldéhyde acétylénique.}} + NaOH + C^2H^6O,$$

» D'ailleurs, une partie notable du dérivé sodé complexe se décompose nécessairement dans un autre sens avec régénération du carbure acétylénique, sans quoi les rendements en aldéhyde seraient théoriques :

$$\underbrace{R - C \equiv C - CH(ONa)(OC^2H^5)}_{\text{Dérivé sodé complexe.}} + H^2O = \underbrace{R - C \equiv CH}_{\text{Carbure acétylénique.}} + \underbrace{H - CO^2Na}_{\text{Formiate de soude.}} + C^2H^6O.$$

A l'appui de cette dernière équation, rappelons que l'on peut récupérer aisément la majeure partie du carbure acétylénique non transformé en aldéhyde. Ajoutons que, si l'on évapore dans le vide, à froid d'abord et à la fin au bain-marie, la solution éthérée claire du dérivé sodé complexe, le résidu repris par l'eau donne une liqueur fortement alcaline; cette liqueur, après filtration et neutralisation exacte par l'acide azotique, fournit un précipité blanc jaunâtre, qui noircit lentement à froid et immédiatement à chaud; si la même liqueur, préalablement acidulée par l'acide sulfurique, est soumise

(1) *Berichte der deutsch. chem. Gesell.*, t. XXXI, p. 1021.

à l'action d'un courant de vapeur d'eau, celle-ci entraîne un liquide acide où il est aisé de caractériser l'acide formique par ses propriétés réductrices.

» *Action des alcalis sur les aldéhydes acétyléniques.* — Comme les acétones acétyléniques précédemment étudiées ([1]), les aldéhydes acétyléniques se dédoublent par hydratation sous l'influence des solutions d'alcalis bouillantes : il y a régénération du carbure acétylénique d'une part, et d'autre part mise en liberté d'acide formique :

$$\underbrace{R - C \equiv C - CHO + KOH}_{\text{Aldéhyde acétylénique.}} = \underbrace{R - C \equiv CH}_{\text{Carbure acétylénique.}} + \underbrace{H - CO^2K}_{\text{Formiate de potasse.}}$$

» Telle est du moins l'équation qui formule exactement le phénomène lorsqu'il s'agit de l'aldéhyde phénylpropiolique; le fait, déjà observé par Claisen, est confirmé par nos expériences. Dans le dédoublement de l'aldéhyde amylpropiolique, nous avons trouvé qu'il se formait, en outre de l'œnanthylidène, une certaine quantité de méthylamylcétone $C^5H^{11} - CO - CH^3$, et même des traces d'acide caproïque $C^5H^{11} - CO^2H$; la production de ces substances est facile à concevoir, si l'on admet la formation préalable et transitoire de l'aldéhyde β-cétonique $C^5H^{11} - CO - CH^2 - CHO$, dont le dédoublement par les alcalis peut se faire dans deux sens différents.

» La condensation des éthers formiques avec les carbures acétyléniques vrais donnant naissance à des aldéhydes acétyléniques, celle des autres éthers-sels avec les mêmes carbures devra conduire à des acétones acétyléniques. Nous poursuivons l'étude de la question. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Essais d'immunisation des végétaux contre les maladies cryptogamiques.* Note de M. **J. Beauverie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« M. Julien Ray a fait ressortir récemment ([2]) les inconvénients de la méthode du traitement des maladies des végétaux par des pulvérisations. Les principaux sont : la difficulté de répandre la substance sur toute la plante, l'impossibilité qu'il y a d'atteindre le parasite s'il a déjà pénétré

([1]) Ch. Moureu et R. Delange, *Comptes rendus*, 1900.

([2]) Julien Ray, *Sur les maladies cryptogamiques des végétaux* (*Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 1899). — *Les maladies cryptogamiques des végétaux* (*Revue générale de Botanique*, t. XIII, p. 145; 1901).

dans l'intérieur, et, enfin, la détérioration du végétal, inconvénient sérieux lorsqu'il s'agit de plantes horticoles. Il a proposé la méthode suivante : faire absorber au végétal, par arrosage ou par injection, une substance qui serait soluble dans l'eau, nuisible au développement du champignon et facilement absorbable par la plante traitée. Pour trouver un liquide remplissant les trois conditions ci-dessus, M. Ray pense que l'on pourrait utiliser une propriété physiologique des champignons : la sécrétion de substances qui se répandent dans le milieu de culture. Ces substances peuvent jouir des propriétés requises, alors on se sert directement du liquide de culture pour arroser ou injecter la plante à guérir ou à préserver ; ou bien ces substances nuisent à l'hôte, dans ce cas il faut essayer de l'immuniser par injection du liquide préalablement dilué ou atténué d'une façon quelconque, comme on le fait pour le traitement des maladies microbiennes qui affectent les animaux.

» Ces considérations théoriques ont reçu de M. Ray un commencement d'application. Nous avons trouvé, nous-même, un excellent sujet d'expérience en ce qui concerne la maladie de la Toile, due au *Botrytis cinerea*. Nous avons antérieurement déterminé, par de nombreuses expériences, dans quelles conditions se fait le passage de la forme conidienne du *Botrytis cinerea*, forme saprophyte et presque toujours inoffensive pour les plantes en la forme stérile vulgairement appelée *Toile* (¹). On sait que celle-ci cause rapidement de grands ravages dans les serres et sous châssis de culture où l'on soumet semis et boutures à la culture forcée.

» Le *Botrytis cinerea*, au point de vue qui nous intéresse ici, peut présenter trois formes :

» 1° La *forme conidienne* normale que l'on trouve très fréquemment dans la nature. Elle est saprophyte et se développe sur les végétaux en décomposition.

» 2° Une *forme de transition* entre celle dont nous venons de parler et la forme stérile filamenteuse. Elle est caractérisée, au point de vue morphologique, par ce fait qu'à côté de rares conidies normales on en trouve un grand nombre qui, sans quitter le pied mère, s'allongent en filaments plus ou moins longs. Dans certains cas, c'est le groupement seul des filaments rayonnant autour d'un même point qui permet de reconnaître leur origine, en rappelant les têtes sporifères du *Botrytis*. Cette forme n'est pas inoffensive ; néanmoins, beaucoup de plantes peuvent la supporter sans dommages appréciables.

» Il faut, pour qu'elle se produise, que l'atmosphère soit très humide et la tempé-

---

(¹) J. Beauverie, *Comptes rendus*, séances du 27 mars et du 15 mai 1899. — *Études sur le polymorphisme des champignons* (*Ann. de l'Université de Lyon*, 1900).

rature de 15° à 20°, ou bien, si la température est plus élevée, que le substratum constitue un riche aliment pour le champignon, sans quoi il se transformerait en la troisième forme dont nous allons parler. Elle se rencontre fréquemment dans les serres tempérées humides où l'atmosphère n'est pas confinée; elle ne nuit pas sensiblement aux plantes de ces serres. Nous l'avons observée aussi, dans la nature, sur les raisins, quand le temps est très humide, à côté de la forme conidienne normale (pourriture noble). La forme modifiée est, dans ce cas, d'autant plus fréquente qu'une température plus élevée se joint à l'action d'un état hygrométrique voisin de la saturation.

» 3° La *forme complètement filamenteuse* et stérile ou Toile, qui cause la destruction des semis et des boutures en les coupant au ras du sol. C'est la forme parasite du *Botrytis*. Elle se produit quand l'état hygrométrique de l'atmosphère est voisin de la saturation, la température d'environ 30°, et le substratum médiocrement nutritif pour le champignon, comme l'est la terre ordinaire. Ces conditions ne sont pas réalisées d'une façon stable dans la nature, où l'on ne rencontre pas la Toile; par contre, elles existent au plus haut degré dans les serres à culture forcée.

» Comme on vient de le voir, il est très facile d'obtenir la forme atténuée de la Toile et de s'assurer qu'on a bien affaire à elle, par un rapide examen au microscope. Ici la variation morphologique accompagne la variation physiologique.

» Nous avons utilisé cette propriété pour réaliser les expériences suivantes. De la terre humide était stérilisée en boîte de Petri à grande surface, ces boîtes étaient ensuite ensemencées avec des spores de *Botrytis cinerea*, puis placées dans un endroit relativement frais (15° à 18°); au bout de trois jours environ, la surface de la terre était recouverte de filaments formant une toile lâche, mais supportant de nombreuses têtes fructifères plus ou moins modifiées, mais parfaitement reconnaissables. Nous laissions le champignon végéter pendant quelque temps dans ces conditions, puis nous placions cette terre infectée dans presque toutes ses parties à l'intérieur de pots ordinaires où nous faisions des semis et des boutures; nous avons surtout opéré avec des boutures de Begonia. Ces plantes n'étaient point sensiblement affectées par la présence du champignon à l'intérieur et à la surface du substratum; elles s'adaptaient, au contraire, à l'action de la forme atténuée de la Toile. En effet, ces cultures, placées dans les conditions qui provoquent la formation de la Toile, ont parfaitement résisté à son action.

» La plante était donc immunisée. On pouvait se demander si la Toile, après avoir passé par ces stades d'atténuation, n'a pas perdu une partie de sa nocivité. Nous nous sommes assuré qu'il n'en était rien. En répandant sur le sol d'une plante non immunisée la Toile ainsi obtenue, cette plante ne tardait pas à périr.

» En somme, nous avons établi que la forme du *Botrytis cinerea*, faisant le passage de la forme conidienne normale à la forme stérile dite *Toile*, peut servir à immuniser les plantes contre les atteintes de celle-ci.

» Ce nouveau mode de traitement nous semble susceptible d'entrer dans la pratique, où l'on pourrait l'appliquer de diverses façons. Dans des serres tempérées, suffisamment aérées, on saupoudrera le sol avec des spores de *Botrytis cinerea*, dont il est si facile de réaliser des cultures sur pommes de terre, carottes, etc., la forme de passage que nous avons décrite ne tardera pas à se produire; on pratiquera alors les semis ou les boutures. Après quelques jours de végétation on pourra, sans danger, réaliser les conditions de la culture forcée. La Toile se développera abondamment, mais les plantes resteront indemnes.

» Nous avons maintes fois constaté qu'on ne peut empêcher le *Botrytis cinerea* de pénétrer dans les serres à multiplication et de s'y transformer par suite des conditions spéciales qui règnent dans ce milieu.

» Par le moyen que nous préconisons, on tourne la difficulté, on admet la présence du champignon, on la provoque même, mais on le met hors d'état de nuire. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le rôle des leucocytes dans l'élimination.* Note de M. **Henry Stassano**, présentée par M. Armand Gautier.

« Les expériences que j'ai décrites dans une Note antérieure sur les affinités et la propriété d'absorption ou d'arrêt de l'endothélium vasculaire ([1]) prouvent que les substances les plus variées dont je me suis servi dans ces recherches, aussitôt qu'elles entrent dans la circulation, sont retenues par les cellules endothéliales des réseaux capillaires qu'elles traversent.

» J'ai trouvé que les leucocytes, aussi, fixent immédiatement les substances avec lesquelles on les met expérimentalement en contact dans la circulation s'ils ne se désagrègent pas. S'ils se désagrègent, au contraire, la substance injectée se retrouve, tout de suite après l'injection, combinée aux nucléo-albumines versées dans le plasma sanguin par ces leucocytes ([2]).

([1]) *Comptes rendus*, 23 octobre 1899.

([2]) Mes expériences me permettent d'affirmer que l'arsenic ne fait pas exception à

» Par contre, le tube digestif et les reins se chargent graduellement des substances introduites dans le sang, ce qui est conforme au rôle que ces organes jouent dans l'élimination.

» L'observation si intéressante de Kobert, des leucocytes chargés de saccharate de fer se dirigeant vers l'intestin sous une impulsion que ce savant ne définit pas, et un fait, non moins intéressant, observé aussi par moi, et sur lequel je reviendrai dans la suite, m'ont amené à rechercher si, d'une façon constante, les leucocytes ne se chargent pas des substances solubles en circulation, lorsqu'elles sont inutiles ou nuisibles à l'économie, pour les déverser ensuite dans l'intestin et, en général, pour les apporter aux différents organes d'élimination. Pour en décider, j'ai eu recours aux deux procédés suivants :

» 1° Avant d'injecter du bichlorure de mercure, j'ai narcotisé profondément les chiens en expérience, allant jusqu'à leur administrer sous la peau de $0^{gr},15$ à $0^{gr},20$ de morphine par kilo d'animal. La narcose réduit considérablement la diapédèse des leucocytes à travers les tissus (Cantacuzène), mais ne diminue pas sensiblement leur capacité d'absorption. J'ai pu, en effet, retirer du sang des chiens ainsi narcotisés des couches de leucocytes assez chargés de mercure. Par contre, chez ces mêmes animaux, les leucocytes étant narcotisés ne se sont pas laissé attirer par la solution physiologique injectée dans la cavité péritonéale, un des procédés dont je me suis déjà servi pour mettre en évidence l'absorption du mercure par les leucocytes normaux [1].

» 2° Avant l'injection mercurielle, j'ai provoqué une désagrégation très étendue des leucocytes, par une injection massive intraveineuse de peptone.

» Dans les deux cas, soit qu'on ait réduit l'activité chimiotaxique des leucocytes, soit qu'on ait supprimé un grand nombre de ces cellules, l'apport de mercure à l'intestin a été considérablement inférieur à celui qui s'est produit dans le même laps de temps chez des chiens normaux de même poids et de même âge.

» La teneur des reins en mercure n'a pas varié sensiblement des chiens normaux aux chiens narcotisés.

» La concordance des résultats obtenus par ces deux procédés ayant tous les deux le même but, à savoir amoindrir la participation des leucocytes à l'élimination, montre que cette participation est bien réelle et qu'elle est,

---

cette règle. On a prétendu, en effet, que l'arsenic ne se rencontre dans les leucocytes que *seulement dans le stade hyperleucocytaire*. Par cette affirmation inexacte on a cherché à assimiler implicitement l'hypoleucocytose provoquée par les toxiques à un phénomène de chimiotaxie négative des leucocytes, ce qui est tout à fait erroné.

(1) *Comptes rendus*, 1898.

en outre, très importante puisque le défaut voulu du concours des leucocytes s'est traduit constamment, dans les deux cas, par une diminution très marquée de l'élimination du mercure par l'intestin.

» D'autre part, si l'on considère que par le tube digestif s'éliminent bien d'autres substances, le manganèse, le fer, l'arsenic (pour ce corps, je m'en suis assuré personnellement), la peptone, la ricine, etc.; si l'on considère que les muqueuses sont le siège d'une diapédèse continue des leucocytes (phénomène de Stöhr) et que cette diapédèse s'accroît considérablement à travers le tube digestif (Rudringer), où viennent se perdre incessamment, corps et bien, de nombreux leucocytes, y donnant la réaction des oxydases (Portier) et y apportant leurs nucléines (Bunge); et si l'on considère encore, entre autres faits que la place ne me permet pas de citer, que ces mêmes leucocytes se présentent, le plus souvent, dans les coupes colorées de l'intestin, remplis de granulations chromatophiles (Bizzozzero), ce qui prouve qu'ils sont chargés de toute sorte de déchets organiques, d'après les vues qui se dégagent de mes essais de production expérimentale de leucocytes éosinophiles et basophiles [1], on a, à mon avis, la démonstration la plus probante qne la participation des leucocytes démontrée plus haut dans l'élimination du mercure a lieu également pour l'élimination de toutes les substances qu'on introduit dans l'organisme, cette participation n'étant qu'un cas particulier du mécanisme physiologique de l'épuration naturelle de l'économie.

» Au cours des recherches inachevées auxquelles il est fait allusion plus haut, je remarquai que le tube digestif, le foie et la rate d'un lapin normal de 3^{kg}, qui avait reçu trois jours avant 49^{mgr} de sublimé sous la peau, contenaient des quantités très appréciables de ce toxique, tandis que dans les mêmes organes d'un second lapin de 2700^{gr}, soumis depuis trois mois à des injections massives, mais espacées, de mercure, qui avait reçu, en même temps que l'autre, la même dose de sublimé également sous la peau, on n'en trouvait pas de trace. On aurait dit que ce second lapin s'était débarrassé du poison bien plus vite que le premier.

» Chez d'autres lapins en voie d'immunisation pour le mercure, j'ai constaté ensuite que le pouvoir d'élimination de ce corps était beaucoup plus développé que chez les lapins témoins. Chez les jeunes chiens, qui

---

(1) *Sur une réaction histochimique différentielle des leucocytes et sur la production expérimentale et la nature des granulations chromatophiles de ces cellules* (*Comptes rendus,* 4 mars 1901).

supportent naturellement le sublimé mieux que les chiens adultes, l'élimination du mercure est aussi plus rapide que chez ces derniers. Je m'en suis assuré aisément en opérant sur de tout jeunes chiens de forte taille et sur de petits chiens adultes, pesant à peu près autant que les premiers.

» Or, il arrive, précisément, que les animaux qui tolèrent le mieux le mercure, soit parce qu'ils y ont été accoutumés par des injections préalables, soit parce qu'ils sont naturellement plus résistants, accusent, quelques heures après l'injection d'essai, une augmentation considérable du nombre des leucocytes, augmentation qui se maintient pendant plusieurs jours. Le même fait se produit chez les animaux accoutumés à la toxine diphtérique et à l'arsenic, à chaque nouvelle injection de ces toxiques, selon les observations, très minutieuses, faites à cet égard par M. Besredka (1).

» Une fois établie, comme elle l'est, ce me semble, par les expériences exposées plus haut, la participation des leucocytes dans l'élimination, ces hyperleucocytoses de défense de l'organisme nous apparaissent vraisemblablement comme le surcroît d'activité de cette fonction, une des principales, sans doute, de l'appareil leucocytaire. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Les glucoprotéines comme nouveaux milieux de culture chimiquement définis pour l'étude des microbes.* Note de M. **Charles Lepierre**, présentée par M. Armand Gautier.

« L'étude des microbes repose avant tout sur leur culture. Il est facile, on le sait, de fournir à ces êtres la plupart des éléments minéraux ou ternaires dont ils ont besoin pour construire leur protoplasma, sous la forme de composés simples (eau, sels minéraux, hydrates de carbone). Le problème est beaucoup plus difficile quand il s'agit de fournir l'*azote* nutritif. En effet, à l'exception des substances protéiques, les diverses sources d'azote essayées jusqu'ici ne donnent que des résultats imparfaits et surtout manquent de généralité. C'est ainsi que l'azote des nitrates, des sels ammoniacaux, des amides et amines simples (qui servent de base aux liquides de Pasteur, Cohn, Raulin, Ouchinsky, Arnaud et Charrin, etc.) est assimilé seulement par les levures, moisissures, et quelques bactéries; mais la plupart des microbes, et surtout les microbes pathogènes, ne s'y développent pas. Aussi cette question préoccupe depuis longtemps les bac-

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, 1898-1899.

tériologistes et la question peut se résumer dans cette phrase de Courmont (1) :

« Trouver un aliment simple, capable de fournir l'azote aux microbes, est le pro-
» blème actuel .... L'idéal auquel on doit tendre aujourd'hui est la possession d'un
» milieu de culture suffisamment nutritif, de composition simple et connue et four-
» nissant l'*azote* aux microbes *sans contenir de substances albuminoïdes.* »

» Il est inutile d'insister sur les inconvénients de la présence des substances protéiques dans les milieux de culture microbiens (composition complexe, difficulté de diagnose, de séparation et de purification, etc.). L'étude chimique des produits élaborés par les microbes en devient presque impossible. C'est là un des principaux motifs de notre ignorance sur la composition des toxines microbiennes, même les plus importantes.

» J'ai été conduit à la solution du problème à la suite de considérations théoriques; les travaux de M. A. Gautier nous ont appris quels sont les termes successifs de régression, dans l'organisme, des substances protéiques; mais la préparation en grand de ces leucomaïnes et uréides plus ou moins complexes, pour les nécessités des cultures microbiennes, est fort longue. C'est alors que j'eus l'idée de recourir *aux produits du dédoublement des substances albuminoïdes* selon la méthode de mon regretté maître Schützenberger. Sans entrer dans des détails, je rappellerai (2) que les produits sont différents si l'on opère à 100° ou à 200°. Les corps obtenus sont *cristallisables;* ils ont perdu tout caractère protéique et leur constitution est semblable à celle des radicaux existant dans l'albuminoïde primitif, car ce sont simplement des *produits d'hydratation.* L'expérience m'a montré que les produits obtenus à 100° étaient plus nutritifs que ceux obtenus à 200°. A 100°, l'hydrolyse des albuminoïdes produit de l'urée et de l'oxamide, ou leurs produits de décomposition (dont l'azote n'est pas suffisamment assimilable par les microbes) en même temps qu'un *résidu fixe* dont le poids est presque égal à celui de l'albuminoïde primitif et formé exclusivement par 75 pour 100 de *glucoprotéines* α $C^nH^{2n}Az^2O^4$ ($n = 6$ à 11), 3 pour 100 de tyrosine et 15 à 20 pour 100 de dileucéines. La gélatine ne donne que des glucoprotéines α.

» J'ai pensé que ces glucoprotéines, dont la parenté avec les albumi-

(1) Courmont, *Précis de Bactériologie,* p. 60; 1897.

(2) Voir les Mémoires de Schützenberger dans les *Annales de Chimie et de Physique* et le *Cours de Chimie biologique* de M. Armand Gautier, 2e édition, p. 56.

noïdes est indéniable, quoique n'étant plus protéiques, pourraient fournir l'azote indispensable aux microbes pour l'élaboration de cellules nouvelles. L'expérience a pleinement vérifié cette hypothèse.

» J'ai préparé par la méthode de Schützenberger modifiée (action de la baryte sur les albuminoïdes) plusieurs centaines de grammes de *glucoprotéines pures;* je réserve la description du procédé pour un Mémoire plus étendu.

» Je dirai simplement que j'ai vérifié par l'analyse élémentaire la pureté des glucoprotéines obtenues en C^6, C^7, ..., C^{11} (que l'on sépare par des traitements méthodiques par l'alcool de concentration variable). Pour la première fois j'ai déterminé le poids moléculaire de ces corps par la méthode cryoscopique; ce poids, en solution acétique, correspond aux formules ci-dessus. La gélatine m'a donné les termes en C^6 et C^7; l'albumine et la fibrine du muscle purifiée, les termes en C^8, C^9, C^{10} et C^{11}. La constitution de ces corps est pour C^7, par exemple :

$$CO^2H.CH^2.AzH.CH^2.CH^2.AzH.CH\begin{cases}CH^3\\CO^2H\end{cases}.$$

» Ils cristallisent presque tous facilement; ils sont solubles dans l'eau. Ce sont des espèces chimiquement définies.

» La plupart des microbes que j'ai étudiés poussent parfaitement dans les milieux à base de glucoprotéines; mais, étant donnée l'influence favorable des hydrates de carbone, je les ajoute aussi quelquefois. Voici la formule de ces milieux de culture :

» Eau 100^{gr}. — Glucoprotéine pure (de C^6 à C^{11}) 1^{gr},5 à 2^{gr}, seule ou additionnée de 2^{gr} à 3^{gr} de glycérine, glucose ou saccharose. — Chlorure de sodium 0^{gr},5. — Sulfate de magnésium 0^{gr},5. — Glycérophosphate de calcium 0^{gr},2 à 0^{gr},3. — Bicarbonate de potassium 0^{gr},1 à 0^{gr},2.

» Le mélange des sels minéraux que j'indique a l'avantage de ne pas donner de précipité, comme cela arrive avec les formules jusqu'ici indiquées. L'azote y est *exclusivement* fourni par les glucoprotéines à l'état de pureté et non de mélanges.

» Avec ces nouveaux milieux j'ai étudié 45 microbes : 22 pathogènes et 23 saprophytes; ils y poussent en général aussi bien que dans les bouillons ordinaires. Le plus grand nombre assimilent l'azote des glucoprotéines, quelle que soit leur teneur en carbone. Ce sont, parmi les pathogènes :

» Bacille typhique, colibacille, vibrion cholérique, staphylocoques pyogènes, tétragènes, B. pyocyanique, actinomyces, B. de la morve, B. ictéroïde, *B. viridis, B. typhimurium,* B. de la maladie du sommeil. Parmi les saprophytes : *M. cinabareus, fluorescentes liquefaciens* et *non liquefaciens, B. radicosus, Mesentericus vulgatus,*

M. carneus, B. luteus, Sarcine alba, B. subtilis, Proteus vulgaris, B, syncyaneus, Cladothrix alba, Aspergillus niger, Penicillium glaucum, etc.

» Quelques microbes préfèrent certaines glucoprotéines : le streptocoque, le B. diphtérique, le B. du charbon, B. de la peste, *B. tetani*, le vibrion septique poussent très bien dans les milieux en C^8 et C^9. Le B. de la tuberculose préfère ceux en C^{10} et C^{11}.

» Quelques microbes, particulièrement exigeants, nécessitent une adaptation préalable, le méningocoque, par exemple; il en sera de même probablement pour le gonocoque.

» *En résumé :* presque tous les microbes, pathogènes ou non, poussent parfaitement dans les liquides où l'azote est exclusivement fourni par les glucoprotéines α. Il s'agit maintenant de profiter de cette facilité de prolifération pour faire une étude méthodique des produits élaborés par les microbes, les toxines surtout, tâche que la simplicité des milieux que j'indique facilitera sans doute. Je compte entretenir l'Académie des résultats obtenus dans cette voie. »

PHYSIOLOGIE. — *La structure et le fonctionnement du système nerveux d'un anencéphale.* Note de MM. **N. Vaschide** et **Cl. Vurpas.**

« Dans une Communication précédente [1], nous avons fait une étude psycho-physiologique des actes vitaux en l'absence totale du cerveau chez un enfant; nous voulons aujourd'hui, à propos de l'étude de l'anatomie fine du névraxe de cet anencéphale, poser quelques problèmes de physiologie. La nature a réalisé, dans ce cas, des expériences qu'il n'est pas possible d'obtenir dans les laboratoires. L'examen histologique a montré une dégénérescence manifeste et très avancée des cellules nerveuses sur tout le trajet du système nerveux, une absence totale du faisceau pyramidal, une conservation relative du système sensitif, un aspect à peu près normal des racines antérieures et postérieures, une absence totale des olives inférieures bulbaires, des parolives, des fibres arciformes et des corps restiformes.

---

(1) Vaschide et Vurpas, *Contribution à l'étude psycho-physiologique des actes vitaux en l'absence totale du cerveau chez un enfant* (*Comptes rendus*, 11 mars 1901). — *La vie biologique d'un anencéphale* (*Revue générale des Sciences*, n° 8, 30 avril 1901, p. 373-381, avec 4 figures).

» Nous avons relevé également les signes d'une inflammation extrêmement intense, caractérisée par une néoformation vasculaire, de la périartérite et de la périphlébite, des hémorrhagies abondantes au sein des tissus nerveux, une diapédèse très active autour des vaisseaux et dans l'intérieur du système nerveux. Les lésions inflammatoires étaient d'autant plus intenses et plus marquées que l'on se rapprochait davantage de l'extrémité supérieure du névraxe; elles allaient en décroissant d'intensité lorsque l'on descendait le trajet de la moelle. C'est là une question importante que nous signalons simplement aujourd'hui.

» Nous ne rappelons pas la description anatomique du système nerveux, ni les manifestations biologiques du sujet, observation relatée dans notre Communication précédente. Nous voulons simplement rapprocher nos constatations anatomiques des réactions biologiques pour poser quelques conclusions qui nous semblent dictées par les faits.

» 1. La disparition complète du faisceau pyramidal, malgré l'intégrité relative du faisceau sensitif, semble prouver qu'il puisse y avoir des mouvements spontanés ou associés en l'absence totale du faisceau pyramidal. Il semble surtout qu'ici le faisceau pyramidal ait eu un rôle manifestement inhibiteur et nullement dynamogène.

» 2. La dégénérescence des cellules nerveuses sur toute la hauteur du névraxe, coïncidant avec l'existence de réactions sensitivo-motrices parallèles, plaide peut-être en faveur de la conception qui n'accorde pas à la cellule nerveuse le rôle d'un centre possédant une fonction sensitivo-motrice.

» 3. La dégénérescence des cellules a coexisté avec l'absence à peu près totale des lésions des racines antérieures et postérieures, résultats conformes à ceux qu'ont observés MM. Joffroy et Achard [1] dans la paralysie infantile, dans laquelle ces auteurs n'ont pas trouvé d'altérations appréciables des racines antérieures. Les arborisations riches et délicates intramédulaires des fibriles des racines nous ont paru normales dans les cornes antérieures, comme dans les cornes postérieures.

» 4. Une intégrité à peu près parfaite du système musculaire, saisie par la conservation et l'exécution relativement bonne des mouvements et un

---

[1] Joffroy et Achard, *Contribution à l'anatomie pathologique de la paralysie spinale aiguë de l'enfance* (*Archives de Médecine expérimentale*, 1er janvier 1889, p. 57).

examen minutieux sur le vivant, a coexisté avec la dégénérescence des cellules nerveuses sur toute la hauteur du névraxe.

» 5. L'absence des corps restiformes et des fibres arciformes est naturelle avec la disparition du cervelet. L'absence de l'olive inférieure, ainsi que de la parolive, prouve la corrélation intime de ces formations avec le cerveau et le cervelet. Nos connaissances anatomo-physiologiques actuelles, rapprochées de cette constatation, semblent placer ces parties bulbaires surtout sous la dépendance du cervelet.

» 6. Nous avons relevé sur toute la hauteur du névraxe l'existence des cellules névrogliques augmentées de nombre et de volume. »

PHYSIOLOGIE. — *Conductibilité acoustique et audition.* Note de M. **Pierre Bonnier**, présentée par M. Lœwy.

« A propos d'une Note de M. Marage (¹) sur le rôle des otolithes dans la conductibilité acoustique, je rappelais (²) que la conductibilité acoustique et l'audition n'avaient entre elles aucun rapport direct. Mon observation ne s'attaquait pas aux faits présentés par M. Marage, qui, d'ailleurs, n'avait pas abordé la question d'audition. Mes commentaires n'étaient donc pas des objections. J'ajoute que sa discussion ne les a pas réfutés.

» 1° « Que les otolithes, dit M. Marage, se trouvent en un point ou en un autre » du liquide de l'oreille interne, cela n'a aucune importance au point de vue de la » dissolution saline. »

» Les récipients endolymphatiques *sont presque totalement isolés l'un de l'autre,* et comme il n'y a d'otolithes que dans les récipients non auditifs, il se trouve que la conductibilité acoustique « que le rôle des otolithes est de maintenir aussi constante » que possible » est maintenue dans les parties non auditives et ne l'est pas dans les parties auditives. Il est donc vraisemblable que ce fait n'a non plus aucune importance au point de vue de l'audition, comme je le disais.

» 2° « De ce que la densité du liquide va en augmentant quand on s'abaisse dans » l'échelle animale (ce qui n'est pas exact; je ne parlais d'ailleurs que de l'importance » morphologique et fonctionnelle des formations otolithiques), on peut simplement » conclure que le liquide de l'oreille interne devient d'autant meilleur conducteur du » son que le système nerveux est moins parfait. » Serait-ce pour une raison analogue que l'oreille du vieillard tend à se calcifier à mesure que le nerf auditif s'affaiblit? Il

(¹) 29 avril.
(²) 3 juin.

est évident qu'une oreille complètement calcifiée réaliserait le meilleur conducteur du son, et c'est peut-être pour cela qu'on la voit coïncider avec les surdités les plus profondes.

» Les meilleurs esprits se sont de tout temps attachés à la notion de conductibilité acoustique des milieux auriculaires, qui doivent cependant être rangés parmi les moins aptes à la conduction sonore. Dans l'oreille même, la paroi osseuse compacte sur laquelle reposent les papilles est infiniment meilleure conductrice du son qu'un liquide de densité 2, 18, comme le liquide labyrinthique.

» 3° Je n'ai pas non plus connaissance d'analyses *quantitatives* du liquide de l'oreille interne avant ou après la naissance; mais Wiedersheim observe que chez les Vertébrés, au moins pendant la vie embryonnaire, les conduits endolymphatiques sont remplis d'une bouillie calcaire.

» 4° « Au point de vue clinique, l'expérience de Gellé ne prouve nullement que, si » l'on augmente la densité du liquide labyrinthique, il devient *moins bon conducteur* » du son. » J'avais écrit : « L'épreuve de Gellé a pour effet de diminuer la capacité du » récipient labyrinthique par enfoncement de l'étrier, de tenir le liquide sous pres- » sion et de le rendre *meilleur conducteur*. Elle a également pour effet d'éteindre » l'audition. »

» 5° « On ne sait rien de certain sur ce qui se passe dans l'oreille interne pendant » l'audition. A-t-on affaire à des vibrations, à des transports de liquide en totalité, » ou simplement à des différences de pressions? Aucun fait n'est encore absolument » démonstratif. Malgré leur intérêt, les théories de M. Bonnier ne sont que des » théories : il est possible qu'elles ne soient pas exactes. »

» Une théorie peut être assurément exacte ou inexacte; il lui est impossible d'être autre chose qu'une théorie. La mienne repose sur des faits absolument certains, comme les suivants : *les liquides de l'oreille*, comme tous les autres, *sont incompressibles;* et s'ils sont refoulés d'un côté, ils refluent d'un autre si, comme c'est le cas, la chose leur est possible. Ceci est un fait exact *a priori*, et qui se constate d'ailleurs *de visu*.

» *La matière est douée d'inertie et d'élasticité;* le passage d'un ébranlement sollicite l'inertie moléculaire de tous les milieux de l'oreille, comme d'ailleurs de tous les points de notre corps, qui sont conducteurs du son aussi bien et souvent plus que l'oreille; mais quand l'ébranlement rencontre des milieux suspendus et susceptibles d'osciller en totalité, il peut solliciter leur inertie totale et leur imprimer des déplacements constatables à l'œil nu, ce qui est le cas pour les milieux auriculaires.

» On sait donc, d'une façon certaine, qu'il y a dans l'oreille des vibrations et des transports de liquide en totalité, et même aussi des différences de pressions, puisque le passage de tout ébranlement se traduit par des variations de pressions. Ajoutons que l'expérimentation et la clinique montrent que tout ce qui augmente la conductibilité acoustique de l'oreille tend à supprimer l'audition, ainsi que tout ce qui diminue la faculté d'oscillation totale des milieux suspendus. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la source intermittente de Vesse, près de Vichy.* Note de M. F. **Parmentier.**

« Parmi les nombreuses sources d'eaux minérales qui ont été découvertes soit à Vichy, soit aux environs de cette station balnéaire, il y en a une qui mérite, à notre avis, une attention particulière. C'est la source de Vesse, située tout près de Vichy, sur la rive gauche de l'Allier, à peu près à 500^m du pont jeté sur cette rivière.

» Cette source a été obtenue au moyen d'un forage qui a atteint 115^m de profondeur. Tandis que toutes les autres sources, obtenues au moyen de travaux poussés à des profondeurs variables, ont un débit continu et à peu près constant, celle-ci ne jaillit que d'une façon intermittente : trois fois dans un espace de temps compris entre vingt-cinq et vingt-sept heures.

» Voici ce qu'on observe : à des heures prévues assez sûrement par le propriétaire de la source on entend, dans le tuyau qui a été introduit dans le trou de forage, un léger bruissement, puis un bruit plus fort, et à la surface de l'orifice on constate qu'il y a émission abondante d'acide carbonique. On peut s'en rendre facilement compte par les phénomènes de réfraction qu'on constate. Puis brusquement il se produit une éruption abondante d'eau minérale, sous la forme d'une vaste gerbe qui en peu d'instants atteint une hauteur de 7^m à 8^m. L'éruption dure à peu près exactement une heure. La hauteur de la gerbe liquide diminue ensuite assez rapidement, puis tout rentre dans le calme. L'eau redescend dans le tuyau de forage jusqu'à une profondeur de 16^m, et il faut attendre une apparition nouvelle du phénomène pendant un temps qui varie entre huit et neuf heures.

» Jusqu'ici cette source n'était considérée que comme une curiosité et l'on n'avait pas fait une analyse complète de son eau au point de vue d'une exploitation. Cependant le débit en est considérable et on l'estime à 18000^{lit} et même 20000^{lit} par éruption. Le nouveau propriétaire de la source a pensé que cette eau pouvait être utilisée comme eau minérale, et il nous a demandé d'en faire l'analyse. Voici ce que nous avons trouvé pour sa composition minérale par litre :

Résidu minéral	5,354
Acide carbonique libre	1,046
» combiné	3,691
Acide chlorhydrique	6,352
» sulfurique	0,147
» arsénique	0,0015

Acide phosphorique	0,003
Silice	0,0775
Protoxyde de fer	0,002
Chaux	0,135
Magnésie	0,048
Potasse	0,117
Soude	2,778
Lithine	0,008
Alumine	traces
Matières organiques	néant

» On voit que, comme minéralisation et surtout comme teneur en bicarbonate de soude, cette source peut rivaliser avec toutes ses voisines. Son examen au point de vue bactériologique nous a montré qu'elle est absolument stérile. Le fait saillant qu'elle présente, c'est sa conservation parfaite. Tandis que la plupart des eaux minérales du bassin de Vichy se troublent après leur embouteillage par les procédés ordinaires, celle-ci reste, même mise dans des bouteilles blanches, d'une limpidité parfaite. Nous en avons conservé pendant plusieurs mois sans pouvoir constater la moindre altération. Cependant sa température, qui est de 31°, est assez élevée. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 juillet 1901.

Les carbures d'hydrogène, 1851-1901. *Recherches expérimentales,* par M. Berthelot, Membre de l'Institut : t. I. *L'Acétylène : Synthèse totale des carbures d'hydrogène;* t. II. *Les carbures pyrogénés. Séries diverses;* t. III. *Combinaisons des carbures d'hydrogène avec l'hydrogène, l'oxygène, les éléments de l'eau.* Paris, Gauthier-Villars, 1901; 3 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La théorie du pétiole dans la fleur, par le Dr D. Clos, Correspondant de l'Institut. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse*, 10e série, t. I.) 1 fasc. in-8°.

La viviparité dans le règne végétal, par M. le Dr D. Clos. (Extrait du *Compte rendu du Congrès international de Botanique à l'Exposition universelle de* 1900.) 1 fasc. in-8°.

De l'indépendance fréquente de stipules, bractées, sépales et pétales stipulaires, par le Dr D. Clos. (Extrait du *Compte rendu du Congrès international de Botanique à l'Exposition universelle de* 1900.) 1 fasc. in-8°.

Analyses électrolytiques, par Ad. Minet. Paris, Gauthier-Villars, Masson et Cie, s. d.; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Berthelot.)

Galvanoplastie et Galvanostégie, par Ad. Minet. Paris, Gauthier-Villars, Masson et Cie, s. d.; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Berthelot.)

Annales médico-psychologiques; rédacteur en chef : Dr Ant. Ritti; 8e série, t. XIV, n° 1. Paris, Masson et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°.

Recherches sur les dérivés monocarbonés, par Louis Henry. (Extrait du *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, classe des Sciences, 1900.)

Versuche über eine electrochemische Mikroscopie und ihre Anwendung auf Pflanzphysiologie, von Rudolf Kohn. Prague, 1901; 1 fasc. in-8°.

Rabies : its cause, frequency, and treatment, by D.-E. Salmon, s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

Recherches sur la constitution physico-chimique du grain de chlorophylle, par M. Tsvett. Kazan, 1901; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Ueber den Brushit von der Insel Mona (zwischen Haïti und Portorico), von C. Klein. Berlin, 1901; 1 fasc. in-8°.

Sui campi elettromagnetici e particolarmente su quelli creati da cariche elettriche o da poli magnetici in movimento, prof. Augusto Righi. Bologne, 1901; 1 fasc. in-4°.

Geological litterature added to the Geological Society's library during the year ended december 31st, 1900, compiled by the assistant-librarian and edited by the assistant-secretary. Londres, 1901; 1 vol. in-8.

Annual Report of the Smithsonian Institution, 1899. Washington, 1901; 1 vol. in-8°.

Report of the chief of the Weather Bureau 1899-1900. Washington, 1901; 1 vol. in-4°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, t. XXXIII, 2e partie, Genève-Paris, 1899-1901; 1 vol. in-4°.

Pubblicazioni del Reale osservatorio di Brera in Milano, n° XLI. Milan, 1901; 1 fasc. in-4°.

Atti della Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche, serie seconda, vol. X. Naples, 1901; 1 vol. in-4°.

Bulletin of the Philosophical Society of Washington, vol. XIII, 1895-1899, Washington, 1900; 1 vol. in-8°.

The Museum of the Brooklyn Institute of Arts and Sciences. Science Bulletin, vol. I, n° 1. New-York, 1901; 1 fasc. in-8°.

Technology Quarterly and Proceedings of the Society of Arts, vol. XIV, n° 1, march, 1901; Boston, Mass.; 1 fasc. in-8°.

The Kansas University Quarterly; vol. VIII, 1899; vol. IX, nos 1-3, 1900. Lawrence, Kansas; 7 fasc. in-8°.

The Geographical Journal, including the proceedings of the Royal Geographical Society; vol XVIII, n° 1, july 1901. Londres, 1 fasc. in-8°.

Philosophical Society of Washington. Bulletin, vol. XIV, p. 1-166. Washington, 1901; 7 fasc. in-8°.

Transactions of the South African Philosophical Society, vol. XII, pp. 1-553. Cape-Town, 1901; 1 vol. in-8°.

Mittheilungen aus der medicinischen Facultät der kaiserlich-japanischen Universität zu Tokio; Bd V, n° 1. Tokio, 1901; 1 fasc. in-8°.

Der Grossbetrieb. I. Jahrgang, Num. 1. Juni, 1901; Berlin; 1 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JUILLET 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXXXI des *Comptes rendus* (2e semestre 1900) est en distribution au Secrétariat.

OPTIQUE. — *Détermination des trois paramètres optiques principaux d'un cristal, en grandeur et en direction, par le réfractomètre.* Note de M. A. **Cornu.**

« La détermination des trois indices et des trois axes principaux d'un cristal intéresse au plus haut point l'Optique, la Minéralogie et la Pétrographie.

» Cette détermination, longue et difficile lorsqu'on opère par la mé-

thode des prismes (qui exige la taille de faces planes rigoureusement orientées), devient théoriquement très simple lorsqu'on opère par réflexion totale dans un milieu suffisamment réfringent, car une seule face plane, orientée d'une manière quelconque, fournit toutes les données nécessaires.

» C'est ce qui résulte des travaux de MM. F. Kohlrausch, Quincke, Liebisch, Brill, Ch. Soret; d'autre part, la construction de réfractomètres (Pulfrich, Abbe) a rendu les observations très pratiques.

» La mesure des trois indices principaux est donc devenue particulièrement aisée; mais la détermination des trois directions principales est restée jusqu'ici, du moins à ma connaissance [1], hérissée de calculs inabordables pour la pratique courante.

» L'étude géométrique directe de la réflexion totale sur une surface cristalline m'a conduit, pour cette importante application du réfractomètre, à des relations analytiques d'une simplicité inespérée.

» Cette étude est fondée sur la construction de la surface de l'onde (indiquée par Fresnel, développée par Ampère et Plücker), qui permet d'obtenir un point et la normale en ce point en partant de l'ellipsoïde dont les axes a, b, c sont les inverses des indices principaux n_x, n_y, n_z :

$$(1) \qquad \frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1 \qquad \text{avec} \qquad n_x=\frac{1}{a}<n_y=\frac{1}{b}<n_z=\frac{1}{c}.$$

» La surface de l'onde est le lieu des points obtenus en portant, à partir de l'origine, sur la normale à chaque plan diamétral, la longueur des deux axes de la section elliptique déterminée par ce plan dans l'ellipsoïde.

» Cette construction revient à faire tourner d'un angle droit chaque axe de la section elliptique autour de l'autre axe. Si, dans cette rotation, on entraîne aussi la normale à l'ellipsoïde au sommet correspondant de l'ellipse, cette normale reste dans le plan de rotation et coïncide avec la normale à la surface d'onde au point ainsi déterminé. On construit donc ainsi, outre le point de la surface, la normale en ce point, c'est-à-dire la normale à l'onde plane tangente en ce point à la surface de l'onde.

» *Conditions relatives à la réflexion totale.* — Pour qu'une onde plane venant d'un milieu extérieur isotrope pénètre à travers une face plane dans l'intérieur d'un cristal, il faut, d'après la construction d'Huygens :

» 1° Que la normale à l'onde plane réfractée soit dans le plan d'incidence;

» 2° Que l'on puisse mener, par la trace de l'onde incidente sur la face

---

(1) M. Lavenir, *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, t. XIV, p. 100; 1891.

cristalline, un plan tangent à la surface d'onde du cristal; il faut donc que cette trace ne coupe pas la section de la surface d'onde par la face cristalline : la limite de tangence correspond à la *réflexion totale*.

» Donc, pour déterminer les angles et plans d'incidence de réflexion totale sur une face plane cristalline, il suffit de connaître la section de la surface de l'onde par cette face.

» Chaque tangente à cette courbe est la normale d'un plan d'incidence, et l'angle de réflexion totale correspondant I est défini par la distance p à l'origine de cette tangente suivant la formule

$$p \sin I = R,$$

R étant l'inverse de l'indice N du milieu extérieur.

» On peut ainsi mesurer, dans une série d'azimuts $\omega_1, \omega_2, \ldots$, autour de la normale O$\mathfrak{N}$ à la face cristalline, les distances $p_1, p_2, \ldots$ et, par suite, déterminer expérimentalement une courbe $p = f(\omega)$, qui est évidemment la *podaire* de la section de la surface d'onde.

» La connaissance de cette podaire définit complètement cette surface, car les coefficients de son équation (qui est du huitième degré) sont des fonctions connues des trois paramètres n_x, n_y, n_z et des angles α, β, γ que la normale à la face cristalline fait avec les axes principaux du système; mais la complexité de ces fonctions en rend l'utilisation presque inabordable.

» *Maxima et minima des angles d'incidence.* — L'équation de la podaire devient inutile si l'on se borne à l'observation des maxima et minima des angles de réflexion totale et des azimuts correspondants du plan d'incidence, c'est-à-dire des distances p maxima et minima en grandeur et en direction; la construction des rayons vecteurs de la surface de l'onde permet d'en obtenir directement la valeur.

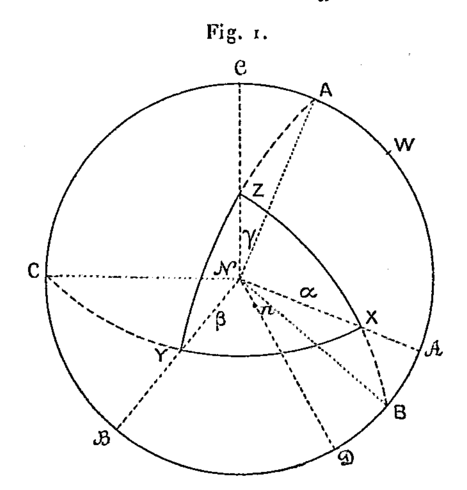
» Il suffit de rappeler la génération de la section plane considérée de la surface d'onde : comme tous ses rayons vecteurs sont dans un même plan, les ellipses génératrices sont des sections de l'ellipsoïde par un plan tournant autour de la normale O$\mathfrak{N}$ à la face cristalline. On aperçoit alors immédiatement trois valeurs présentant un maximum ou un minimum : en effet, aucune ellipse ne peut avoir d'axe plus grand que a ni plus petit que c, par conséquent l'ellipse dont le plan $\mathfrak{N}$X$\mathfrak{A}$ (*fig.* 1) passe par l'axe des x [1] aura nécessairement pour grand axe l'axe maximum a, tourné d'un

---

[1] La figure représente une projection stéréographique sur le plan ABC de la face cristalline (dont la normale O$\mathfrak{N}$ se projette en $\mathfrak{N}$) des trois plans principaux XY, YZ, ZY de la surface de l'onde.

angle droit autour de son petit axe. Il constituera le rayon vecteur maximum absolu de la section; son azimut $\mathcal{N}$A normal à $\mathcal{N}\mathcal{A}$ sera la trace du plan d'incidence dont l'angle limite I_x fournit l'indice minimum $n_x = \frac{1}{a}$. Il en sera de même pour l'azi-

Fig. 1.



mut $\mathcal{N}$C (à angle droit de la projection $\mathcal{N}\mathcal{C}$ de l'axe z), où l'on observera l'angle limite I_z correspondant à l'indice maximum $n_z = \frac{1}{c}$.

» Par raison de symétrie, l'axe moyen b sera aussi l'un des axes d'une section elliptique : il fournira dans l'azimut $\mathcal{N}$B (à angle droit de $\mathcal{N}\mathcal{B}$, projection de l'axe y) un angle limite I_y correspondant à l'indice moyen $n_y = \frac{1}{b}$. Mais cet angle sera, suivant les cas, un maximum ou un minimum.

» En résumé, les trois indices principaux n_x, n_y, n_z sont donnés par les incidences I_x, I_y, I_z respectivement observées dans les plans $\mathcal{N}$A, $\mathcal{N}$B, $\mathcal{N}$C, traces sur la face cristalline des plans principaux : $\mathcal{N}$A trace de YZ, $\mathcal{N}$B de ZX, $\mathcal{N}$C de XY.

» Mais la section plane de la surface d'onde étant une courbe centrée du quatrième degré doit présenter quatre rayons vecteurs alternativement maximum ou minimum en valeur absolue. On doit donc trouver un quatrième plan d'incidence fournissant un angle limite I maximum ou minimum correspondant à un indice intermédiaire ν.

» Or, parmi tous les plans diamétraux passant par la normale O$\mathcal{N}$, il en est un qui se distingue de tous les autres : c'est le plan $\mathcal{N}\mathcal{D}$, qui contient la normale à l'ellipsoïde au point où O$\mathcal{N}$ coupe la surface : c'est le quatrième plan d'incidence cherché; car il remplit toutes les conditions requises.

» En effet, sa trace ℳ𝒟 est la normale d'une section elliptique dont un des sommets est en ℳ, puisque la normale à l'ellipsoïde en ℳ se projette suivant Oℳ : donc Oℳ est un axe de l'ellipse. La rotation autour de l'autre axe, s'effectuant dans le plan ℳ𝒟, entraîne dans ce plan la normale à l'ellipsoïde, qui devient la normale à la surface d'onde au point de la section plane que cette construction détermine. La normale en ce point se projette donc sur la section plane suivant la direction ℳ𝒟 ; donc le rayon vecteur ayant pour longueur Oℳ (diamètre de l'ellipsoïde normal à la surface cristalline) est maximum ou minimum : C.Q.F.D.

» Le quatrième plan d'incidence ℳ𝒟 s'obtiendra donc sur la projection stéréographique en joignant par un grand cercle ℳ au point n représentatif de la direction de la normale à l'ellipsoïde au point ℳ et prolongeant jusqu'en 𝒟, plan de la surface cristalline.

» Les observations au réfractomètre fournissent les azimuts A, B, C, 𝒟 et, dans chacun d'eux, les angles limites I_x, I_y, I_z, I.

» *Calcul des trois indices et vérification.* — Le calcul des indices n'exige que la détermination des angles de réflexion totale. Si l'on désigne par N l'indice de réfraction du milieu extérieur, on a

$$(2) \qquad n_x = \mathrm{N}\sin \mathrm{I}_x, \qquad n_y = \mathrm{N}\sin \mathrm{I}_y, \qquad n_z = \mathrm{N}\sin \mathrm{I}_z, \qquad \nu = \mathrm{N}\sin \mathrm{I}.$$

» Il se présente une ambiguïté entre n_y et ν, intermédiaires entre n_x et n_z. On la lève aisément si l'on connaît les angles α, β, γ que fait la normale ℳ à la face cristalline avec les trois axes x, y, z.

» En effet, le rayon vecteur r de l'ellipsoïde (1) suivant la direction Oℳ est précisément celui de la section de la surface d'onde dans l'azimut ℳ𝒟 : l'inverse de ce rayon vecteur est égal à l'indice calculé ν.

» Or on a, pour le point ℳ,

$$x = r\cos\alpha, \qquad y = r\cos\beta, \qquad z = r\cos\gamma,$$

d'où

$$\left(\frac{\cos^2\alpha}{a^2} + \frac{\cos^2\beta}{b^2} + \frac{\cos^2\gamma}{c^2}\right) = \frac{1}{r^2}.$$

ou

$$(3) \qquad \nu^2 = n_x^2\cos^2\alpha + n_y^2\cos^2\beta + n_z^2\cos^2\gamma,$$

relation qui permet de calculer ν^2, de lever l'ambiguïté ([1]) et d'obtenir une précieuse vérification.

([1]) Pratiquement, on la lève en répétant les observations sur une autre face cristalline : sur les quatre indices calculés, trois reproduisent les valeurs déjà obtenues n_x, n_y, n_z; les deux non identifiables sont ν et ν' qui dépendent de $\alpha\beta\gamma$ ou $\alpha'\beta'\gamma'$.

» *Calcul des trois directions principales.* — Si l'on ne connaît pas les trois directions principales, c'est-à-dire l'orientation des axes OX, OY, OZ, on pourra les déduire de l'observation des azimuts A, B, C, ⅅ rapportés dans le plan de la face cristalline à une orientation cristallographique quelconque 𝔐W.

» Les formules suivantes résolvent le problème de plusieurs manières.

» Connaissant les azimuts A, B, C, on en déduit les angles α, β, γ que fait la normale à la face 𝔐 avec les trois axes OX, OY, OZ

$$(4) \qquad \operatorname{cotang}^2\alpha = -\frac{\cos\widehat{AB}\cos\widehat{AC}}{\cos\widehat{BC}} \qquad \text{ou} \qquad \cos^2\alpha = \operatorname{cotang}\widehat{AB}\operatorname{cotang}\widehat{CA}$$

et les deux autres par permutation tournante.

» On vérifie le calcul en remarquant que

$$\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma = 1.$$

» L'orientation cristallographique des trois axes est alors complètement définie, puisqu'on suppose connue l'origine des azimuts A, B, C par rapport à une direction de repère 𝔐W.

» Il importe également de déterminer l'azimut 𝔐ⅅ du plan d'incidence du quatrième indice : on obtient la valeur des angles $\widehat{A\mathfrak{D}}$, $\widehat{B\mathfrak{D}}$, $\widehat{C\mathfrak{D}}$ par des expressions de la forme

$$(5) \qquad \operatorname{tang}\widehat{A\mathfrak{D}} = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta\cos\gamma}\,\frac{\nu^2 - n_x^2}{n_y^2 - n_z^2} = \operatorname{tang}\widehat{BC}\,\frac{\nu^2 - n_x^2}{n_y^2 - n_z^2}.$$

» Ces formules tombent en défaut quand la normale 𝔐 à la face utilisée coïncide avec l'un des plans principaux. L'un des facteurs $\cos\alpha$, $\cos\beta$, $\cos\gamma$ devient nul, ce dont on est prévenu par la rectangularité ou l'égalité de certains azimuts A, B, C, ⅅ. Mais alors le problème est beaucoup plus simple : l'expression (3) du quatrième indice suffit alors pour déterminer la position de la normale 𝔐 dans le plan de ces axes.

» Je me suis assuré, par de nombreuses observations au réfractomètre Abbe sur divers cristaux, que ces formules sont exactes à l'ordre d'approximation corrélative de celle des données expérimentales. J'ai opéré le plus souvent sur de beaux cristaux clinorhombiques d'acide tartrique du commerce qui présentent une biréfringence considérable, condition nécessaire pour une vérification efficace des formules.

» Je réserve pour un Mémoire ultérieur la démonstration de ces formules et leurs vérifications numériques. »

ZOOLOGIE. — *Sur la morphologie et la systématique des Flagellés à membrane ondulante (genres* Trypanosoma *Gruby et* Trichomonas *Donné).* Note de MM. A. Laveran et F. Mesnil.

« Les travaux de ces dernières années ont révélé le rôle considérable que jouent, dans la pathologie des animaux domestiques, les Hématozoaires flagellés. L'étude expérimentale de ces parasites s'impose donc. Nous l'avons entreprise à l'Institut Pasteur, depuis plus d'une année.

» Dans une série de Communications à la Société de Biologie (séances des 17 novembre 1900, 29 mars et 22 juin 1901), nous avons fait connaître un certain nombre de détails sur la structure et l'évolution de diverses espèces d'Hématozoaires flagellés, ou *Trypanosomes,* suivant le nom qui leur a été donné en 1843 par Gruby. Aujourd'hui, nous voulons chercher à dégager leur morphologie générale et la comparer à celle d'autres Flagellés parasites, les *Trichomonas*, dont l'organisation, à côté de points communs, présente des divergences notables.

» Les Trypanosomes sont des organismes qui ont l'aspect d'anguillules ou qui sont fusiformes; les *fig.* 1, 2, 3 et 4 donnent une idée de leurs dimensions et de leur forme générale. Pour observer les détails de leur structure, il faut employer une méthode de coloration spéciale (méthode de Romanowsky ou méthode imaginée par l'un de nous). La chromatine se colore en violet. Le *protoplasme* se colore en bleu d'une façon plus ou moins homogène et plus ou moins intense. Chez certaines espèces (voir *fig.* 2), il renferme des grains chromatiques. Fréquemment, on observe une ou un petit nombre de vacuoles claires, de forme et de position variables.

» Vers le milieu du corps, on distingue le *noyau* formé d'une masse plus ou moins cohérente de chromatine, décomposable, quand il est écrasé, en un certain nombre de grains de nucléine; jamais nous ne lui avons reconnu la structure vacuolaire propre au noyau d'un grand nombre de Protozoaires (Sporozoaires, etc.).

» L'extrémité postérieure du corps est en pointe plus ou moins aiguë. L'extrémité antérieure est prolongée par un *flagelle* assez gros, continuation du bord externe d'une *membrane ondulante* qui s'étend latéralement

de l'extrémité antérieure jusqu'en un point variable de la moitié postérieure du corps. Là, le bord épaissi se termine au voisinage d'une petite masse qui prend la coloration violette et qui est d'ordinaire au milieu d'une vacuole. En règle générale, le flagelle paraît s'arrêter au bord de cette vacuole. Pour des raisons que nous avons développées dans nos Notes préliminaires et dont les principales sont tirées de la comparaison avec les spermatozoïdes flagellés et avec les bourgeons flagellés des Noctiluques, nous considérons cette masse chromatique comme un *centrosome* commandant le mouvement du flagelle et de la membrane ondulante. La membrane ondulante ne présente pas d'autre épaississement que celui de son bord externe; suivant la ligne d'insertion à la surface du corps, il n'existe aucune différenciation spéciale.

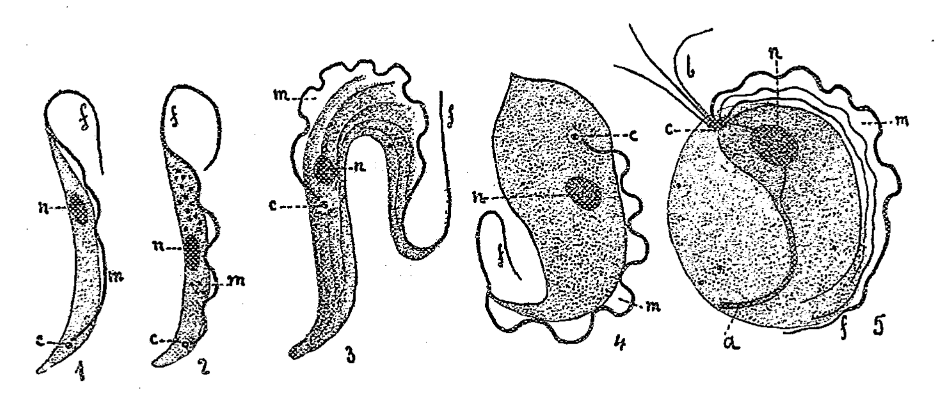


Fig. 1. — *Trypanosoma Lewisi*: *n*, noyau; *c*, centrosome; *m*, membrane ondulante; *f*, flagelle; ces lettres ont la même signification dans les figures suivantes.
Fig. 2. — *Trypanosoma Brucei*.
Fig. 3 et 4. — Trypanosome de la grenouille verte, forme striée (3) et forme plate (4).
Fig. 5. — *Trichomonas intestinalis*; *a*, baguette interne; *b*, flagelles antérieurs (gross. 1800 diamètres environ).

» Le mode de multiplication des Trypanosomes se ramène, plus ou moins nettement suivant les espèces, à une division longitudinale inégale. Il y a division du noyau (par le mode direct), division du centrosome, précédant immédiatement une division longitudinale d'une portion plus ou moins grande du flagelle, à partir de sa base centrosomique. Tantôt (*Tryp. Lewisi*, c'est probablement le cas général) la division du flagelle est limitée à une très courte portion; l'un des centrosomes emporte avec lui le flagelle ancien, l'autre seulement cette petite partie basale, et le flagelle de nouvelle formation se développe à partir de ce centrosome; la division totale du Trypanosome est alors nettement inégale; tantôt (*Tryp.*

Brucei) la division du flagelle se fait depuis le centrosome jusqu'à l'extrémité de la membrane ondulante; la division est alors subégale.

» Les figures en rosace que l'on observe fréquemment chez certaines espèces sont dues à une accélération du processus que nous venons de décrire, les Trypanosomes de nouvelle formation se divisant à leur tour avant de se séparer, et ainsi de suite. Enfin, on observe des figures où noyau, centrosome et flagelle se sont divisés plusieurs fois, sans qu'il y ait encore division du protoplasme. Toutes ces divisions ont lieu sans perte des flagelles, et nous doutons qu'il y ait, au moins dans le corps des animaux parasités, d'autres formes de multiplication.

» En résumé, on peut caractériser brièvement le genre *Trypanosoma* Gruby 1843 : *Flagellés à corps fusiforme présentant latéralement une membrane ondulante dont le bord épaissi se termine en arrière, dans la seconde moitié du corps, à une masse centrosomique et se prolonge en avant par un flagelle libre. Divisions longitudinales binaires inégales.*

» Les genres créés depuis 1843 pour désigner tout ou partie de ces Hématozoaires doivent être supprimés; tel est le cas pour *Undulina* Ray Lankester 1871, *Paramœcioides* Grassi 1882 (créé pour des formes semi-pathologiques des Trypanosomes des Batraciens), *Hœmatomonas* Mitrophanow 1883 (créé pour les Trypanosomes des Poissons), et enfin pour *Herpetomonas* S. Kent 1881 (Senn 1900 *emend.*) appliqué aux Trypanosomes des Mammifères ([1]). En plus, l'étude que nous allons faire du genre *Trichomonas* Donné 1837 va prouver que l'opinion de Crookshank (1886) d'y faire entrer le genre *Trypanosoma* est insoutenable.

» Les Trypanosomes se rencontrent dans toutes les classes des Vertébrés; les espèces sont évidemment nombreuses. Les *fig.* 1, 2, 3 et 4 donnent une idée des variations spécifiques. L'étude des diverses espèces est encore trop peu avancée pour qu'une revision systématique puisse être tentée avec fruit. En nous bornant aux Trypanosomes des Mammifères, nous pouvons distinguer plusieurs espèces :

» *Trypanosoma Lewisi* (Kent 1881) n'évolue que chez les diverses espèces de rats; pourtant nous avons obtenu chez le cobaye une infection passagère, mais nettement caractérisée par une période de multiplication. Le parasite du rat, dans l'organisme du cobaye, présente des modifications morphologiques; en particulier, il acquiert un

---

([1]) En réalité, le genre *Herpetomonas* a été créé par Kent pour le flagellé du tube digestif de *Musca domestica;* on a donc le droit de le conserver pour désigner cette espèce, mais le Trypanosome du rat, placé *provisoirement* par Kent dans ce genre *Herpetomonas*, est un *Trypanosoma* Gruby.

grain très réfringent au voisinage du centrosome; sur les préparations colorées, à la place du grain réfringent, on a une vacuole claire ([1]).

» Rabinowitsch et Kempner ne signalent aucune différence morphologique entre le parasite du hamster (*Cricetus frumentarius*) et celui des rats; néanmoins, leurs expériences tendent à prouver que ce sont deux espèces distinctes. Il en est sans doute de même des parasites du spermophile, observés par Chalachnikow, et du lapin, étudiés par Jolyet et de Nabias.

» Ces divers Trypanosomes ne sont pas, à proprement parler, pathogènes. Il n'en est pas de même des parasites du *Surra*, du *Nagana* et de la *Dourine*.

» Les deux premiers [*Tryp. Evansi* (Steel, 1885), *Tryp. Brucei* Plimmer et Bradford, 1899] sont probablement identiques, quoique la preuve expérimentale n'en ait pas encore été fournie. Ils sont pathogènes, à des degrés divers, pour tous les Mammifères expérimentés; probablement l'homme seul est réfractaire. Le Trypanosome de la Dourine, découvert par Rouget en 1896, et dont le rôle pathogène a été démontré par Buffard et Schneider en 1899, paraît être une espèce distincte des précédentes; il est un peu différent morphologiquement; il n'attaque que les équidés, le lapin, les rats, la souris et le chien; enfin, Nocard vient de montrer (*Société de Biologie*, 4 mai) que des chiens, bien vaccinés contre la Dourine, sont aussi sensibles au Nagana que des chiens neufs; nous appellerons cette espèce nouvelle *Tryp. Rougeti*.

» A cette liste, déjà longue, d'espèces parasites du sang des Mammifères s'en ajouteront probablement, avec le progrès de nos connaissances, beaucoup d'autres.

» Certaines espèces ont été rangées, à tort, croyons-nous, dans le genre *Trypanosoma*. *Trypanosoma Eberthi* Kent, 1881, parasite du cæcum de divers oiseaux, découvert en 1861 par Eberth, est probablement, suivant la supposition de Künstler, un *Trichomonas*. *Trypanosoma Balbianii* Certes, 1882, parasite de la partie antérieure du tube digestif de l'huître, ressemble aux Trypanosomes par sa forme générale; mais, d'après les figures de Certes et de Künstler, il y aurait une membrane ondulante sans flagelle libre; en plus, on ne sait rien de la structure interne. Enfin, les parasites du tube digestif de *Musca domestica* et d'un nématode (*Trilobus*), pour lesquels Kent a créé les genres respectifs *Herpetomonas* et *Leptomonas*, différeraient des Trypanosomes par l'absence de membrane ondulante.

» Par conséquent, dans l'état actuel de nos connaissances, le genre *Trypanosoma* comprend seulement des Flagellés parasites du sang des Vertébrés.

» Les caractères de la membrane ondulante des Trypanosomes (bord épaissi en continuité avec le flagelle, relation avec le centrosome), que les

---

([1]) Ce parasite du cobaye est-il identique à celui découvert par Künstler en 1883, chez les mêmes animaux? Le dessin publié par cet auteur (*Bull. scient.*, t. XXXI, p. 206; 1898) n'est accompagné d'aucune description; il montre deux flagelles, l'un en continuité avec la membrane ondulante, le second à l'autre extrémité du corps; cette dernière disposition serait tout à fait exceptionnelle chez un Trypanosome,

recherches récentes (Wasielewski et Senn, Laveran et Mesnil) ont bien mis en évidence, nous ont engagé à reprendre, avec la même méthode de coloration qui nous a si bien réussi pour les Trypanosomes, l'étude d'un Flagellé présentant à la fois une membrane ondulante et des flagelles indépendants de cette membrane, *Trichomonas intestinalis*, que nous avons recherché, comme Künstler, dans le gros intestin du cobaye.

» Sur les préparations colorées des grosses formes (¹), on aperçoit, avec une parfaite netteté, tous les détails de structure de ce curieux parasite. La *fig*. 5 en donne une idée. On distingue deux masses chromatiques : le *noyau n*, situé dans la partie antérieure du corps, constitué, comme celui des Trypanosomes, par une masse compacte de chromatine, avec quelques grains plus fortement colorés; le *groupe centrosomique c*, logé près de la superficie du corps, dans une partie déprimée de la région antérieure, et composé d'un certain nombre de grains.

» Du groupe centrosomique partent :

» 1° Trois *flagelles b* dirigés en avant;

» 2° La *membrane ondulante m* dont le bord, très épaissi, se prolonge vers la pointe postérieure du corps, en une partie libre assez mince que nous appellerons *flagelle postérieur f*. Cette disposition est tout à fait comparable à celle réalisée chez les Trypanosomes, mais en plus, ici, la membrane est attachée au corps suivant une ligne qui paraît rigide et que nous appellerons, avec divers auteurs, la *côte*. Entre la côte et le bord externe, on distingue généralement deux lignes se colorant comme les flagelles antérieurs, que nous regardons comme des lignes de soutien ou de renforcement de la membrane. La membrane ondulante des *Trichomonas* est donc d'une structure beaucoup plus compliquée que celle des Trypanosomes;

» 3° Un appareil interne, très élargi dans la partie qui va du groupe centrosomique à l'extrémité postérieure du noyau, se continuant en forme de baguette à bords bien parallèles jusqu'en un point variable de la périphérie du corps, où il se termine par une sorte de pointe caractérisée surtout par trois points disposés en triangle. Cet appareil, que nous appellerons *baguette interne*, ne paraît pas contractile; il est flexible surtout dans la partie postérieure, qui se présente ou en ligne droite, ou avec une courbure plus ou moins marquée. Par rapport au noyau, la baguette interne affecte généralement la disposition représentée par la *fig*. 5; on peut quelquefois,

---

(¹) Pour les différents aspects du parasite à l'état vivant, nous renvoyons aux excellentes figures de Künstler, *Bull. scientif. France et Belgique*, t. XXXI; 1898.

par suite d'un déplacement artificiel, l'observer complètement dégagée; nous croyons qu'elle n'a avec le noyau que des relations de contiguïté, et qu'elle prend ses attaches au groupe centrosomique. Chez les formes de petite taille, elle apparaît comme une ligne unique qui contourne le noyau, et qui ne diffère en rien, comme aspect, des flagelles.

» Ce singulier appareil a été entrevu par divers observateurs. Grassi (1) le regarde comme un squelette interne; il le compare justement au filament axile des spermatozoïdes, mais le fait dériver à tort de la membrane nucléaire, parce qu'il n'a pas vu son véritable point d'attache; il découvre un appareil très comparable chez un parasite des termites, *Jœnia annectens* (2). Marchand (3) voit le prolongement dans la partie antérieure du corps, mais donne des dessins peu exacts. Enfin, Künstler (*loc. cit.*) représente, avec beaucoup de précision, l'extrémité postérieure de la baguette telle qu'on peut l'observer à l'état vivant, mais ne réussit pas à la suivre avec sûreté à l'intérieur du corps.

» Nous pensons, comme Grassi, qu'il s'agit d'un squelette interne.

» Ce que nous désirons surtout faire ressortir de notre étude, encore bien incomplète, des *Trichomonas*, *c'est l'existence d'un groupe centrosomique où aboutissent tous les appareils de la vie de relation : flagelles antérieurs, membrane ondulante, baguette interne.* L'existence d'un certain nombre de grains dans ce groupe est probablement en rapport avec l'indépendance fonctionnelle de ces divers appareils. En particulier, nous avons noté que la côte de la membrane ondulante et son bord externe épaissi aboutissent en deux points différents.

» *En résumé*, notre étude comparative prouve que les *Trypanosoma* et les *Trichomonas* sont construits sur le même type, mais que les *Trichomonas*, au point de vue des appareils de relation, sont beaucoup plus compliqués que les Trypanosomes.

» Il est probable que, chez tous les Flagellés, les flagelles aboutissent à un système centrosomique; citons, par exemple, les observations d'Ishikawa chez les Noctiluques (4) (pour le tentacule et pour le *flagellum*), de Dangeard (5) chez *Polytoma uvella*, et, en dehors du groupe des Flagellés, de Léger (6) chez les sporocystes flagellés de certaines Grégarines. Sans doute, ces faits se généraliseront quand on abordera l'étude des Flagellés

(1) Grassi, *Atti d. R. Accad. dei Lincei* (*Rendiconti*), 1888, 4e série, t. IV, p. 5.
(2) Voir *figures* dans *Quarterly Journ. of micr. Science*, t. XXXIX; 1896.
(3) Marchand, *Centr. f. Bakt.*, vol. XV, p. 709; 1894.
(4) Ischikawa, *Journal of Coll. Sciences, Tokyo*, 1894 et 1899.
(5) Dangeard, *le Botaniste*, 7e série, 6e fascicule, 10 avril 1901.
(6) Léger, *Comptes rendus*, 10 juin 1901.

avec des méthodes convenables de coloration. Quant à la membrane ondulante, lorsqu'elle existe elle apparaît comme une sorte de flagelle rattaché au corps dans une partie de sa longueur, pouvant parfois (*Trichomonas intestinalis*) se détacher facilement; ses relations avec le centrosome sont d'ailleurs celles d'un flagelle ordinaire. »

PHYSIOLOGIE APPLIQUÉE. — *Peut-on s'empoisonner par la peau et les muqueuses extérieures, dans les milieux que la présence de l'hydrogène sulfuré a rendus délétères?* Note de M. **A. Chauveau**, avec la collaboration de M. **Tissot**.

« La prodigieuse léthalité des émanations sulfhydriques mêlées à l'air respiré nous a suscité une réserve sur l'innocuité du séjour de l'homme dans les atmosphères irrespirables, quand un appareil inhalateur à soupapes lui permet de puiser au loin l'air normal (voir *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1532). Nous allons démontrer que, si l'appareil fonctionne bien, il préserve de l'empoisonnement par l'hydrogène sulfuré tout aussi sûrement que de l'empoisonnement par l'oxyde de carbone.

» Expérience (*sur le chien*). — Deux petits chiens de même taille, même poids, même âge, attachés chacun sur une planchette, sont introduits dans la caisse respiratoire de 350^{lit}. L'un d'eux porte à la trachée l'appareil inhalateur mis en communication avec l'air extérieur par son extrémité aspiratrice. L'autre chien sert de témoin.

» Un orifice étroit reste ouvert au plafond de la caisse. Par un second orifice s'ouvrant près du plancher, on fait arriver rapidement dans la caisse 28^{lit} à 29^{lit} d'hydrogène sulfuré, et l'on ferme les deux orifices. L'air de la caisse contient ainsi 8 pour 100 de gaz sulfhydrique au moins. C'est une proportion énorme, étant donnée l'extrême vénénosité de ce gaz.

» On a, dès le premier moment, surveillé par la vitre de la caisse les deux sujets d'expérience. L'animal témoin n'a survécu que quelques secondes après le début de l'introduction du gaz délétère dans la caisse. Quant au sujet porteur de l'appareil inhalateur, il ne paraît, *au bout d'une heure*, nullement indisposé; on le voit continuer à respirer paisiblement. L'expérience, jugée plus que suffisante, est alors arrêtée.

» Ainsi, un chien a pu séjourner *pendant une heure* sans être indisposé, dans un milieu contenant dix fois plus d'hydrogène sulfuré qu'il n'en fallait pour le tuer *en quelques secondes*, si les voies respiratoires de l'animal n'avaient pas été protégées par l'appareil inhalateur.

» Ceci prouve que la peau et les muqueuses extérieures, même la surface d'une petite plaie (la plaie pour l'adaptation trachéale de l'appareil)

ne constituent pas des voies d'introduction bien actives des émanations sulfhydriques.

» Au moins peut-on affirmer qu'il en est ainsi pour les conditions de l'expérience. Elles sont suffisantes, du reste, pour permettre d'affirmer que l'appareil inhalateur à soupape, protecteur des voies respiratoires, est d'une *utilisation générale*, dans les divers cas où l'homme peut être appelé à séjourner temporairement dans des atmosphères rendues irrespirables par des gaz délétères. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les sucres du sang.*
Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

« Nos recherches ont été faites avec de fortes quantités (*au moins* 300^{gr}) de sang de gros chiens nourris exclusivement de viande, et, de préférence, avec le sang des veines sus-hépatiques. Nous avons recueilli ce sang pur en liant la veine cave au-dessus des rénales et au-dessus du foie, pendant qu'on pratiquait la respiration artificielle. Dans l'extrait alcoolique du sang bouilli avec du sulfate de soude, nous avons confirmé la réalité de l'écart signalé par Hédon (dans le sang carotidien du cheval) entre le chiffre du sucre (évalué comme glucose) donné par le polarimètre, et le chiffre fourni par la réduction de la liqueur cuivrique. Nous ajoutons que cet écart est, en général, plus grand dans le sang des veines sus-hépatiques que dans le sang artériel. Souvent même nous avons trouvé que le sang de ces veines présente un pouvoir rotatoire *à gauche* très accusé, tandis que le pouvoir lévogyre est assez rare dans le sang artériel.

» Sans contester la possibilité de la présence, admise par Hanriot, d'une *impureté* à pouvoir réducteur plus élevé que celui du glucose, nous pouvons affirmer que l'écart susdit est attribuable en très grande partie à l'existence dans le sang, à côté du glucose, non seulement d'acide glycuronique *conjugué*, déviant à gauche (que nous avons plusieurs fois caractérisé en faisant comme le recommandent MM. P. Mayer et Neuberg, le paraphénylhydrazone déviant à gauche, en solution pyridique), mais aussi d'un ou plusieurs sucres déviant à gauche. En effet, nous avons pu assez fréquemment caractériser dans nos extraits déviant à gauche un sucre analogue au lévulose, par les caractères suivants :

» 1° Réaction de Selivanoff;

» 2° Modification à droite du pouvoir rotatoire et diminution du pou-

voir réducteur après chauffage à 100° C., en présence de 7 pour 100 de HCl, pendant deux heures, lequel détruit le lévulose sans altérer le glucose;

» 3° Cristaux en fines aiguilles transparentes de lévulosate de calcium obtenues par l'extraction au moyen d'éther acétique alcoolisé (Lobry de Bruyn).

» Nous avons aussi, fort souvent, caractérisé des pentoses : 1° par la faiblesse des chiffres donnés par la fermentation et par le polarimètre, comparés au chiffre indiqué par la réduction de la liqueur cuivrique; 2° par la réaction de l'orcine et de la phloroglucine donnant des bandes d'absorption caractéristiques; 3° par la production de furfurol constaté dans le distillat, après ébullition prolongée, en présence d'un excès de HCl; 4° par les cristaux de parabromphénylhydrazone n'ayant, en solution pyridique, qu'un très faible pouvoir rotatoire à droite.

» Dans quelques cas très rares, le maltose (non l'isomaltose) autrefois signalé par Couvreur dans le sang du lapin, en raison de l'augmentation du pouvoir réducteur après l'hydrolysation, a été caractérisé par nous, non seulement par le caractère précédent, mais par l'abaissement du pouvoir rotatoire après l'hydrolysation, et par les cristaux de maltosazone solubles dans l'éther et fusibles à 205° C.

» Enfin, dans le sang de nos chiens au régime de la viande, ou à l'inanition, nous avons pu déceler parfois un sucre analogue au saccharose, n'ayant pas de pouvoir réducteur, déviant à droite et fermentescible.

» Il nous a paru que plusieurs des matières sucrées susmentionnées se transforment, dans le sang, très facilement les unes dans les autres. »

MÉMOIRES LUS

MÉCANIQUE. — *Sur un nouveau joint à angle variable*, par M. G. Kœnigs.

« Il y a quelque temps, le joint de Cardan a été, ici même, l'objet de plusieurs communications. Cela m'a porté à penser que l'Académie voudrait bien accorder quelque intérêt à un joint à angle variable que j'ai imaginé et dont j'ai l'honneur de placer sous ses yeux un exemplaire construit dans le Laboratoire de Mécanique de la Faculté des Sciences.

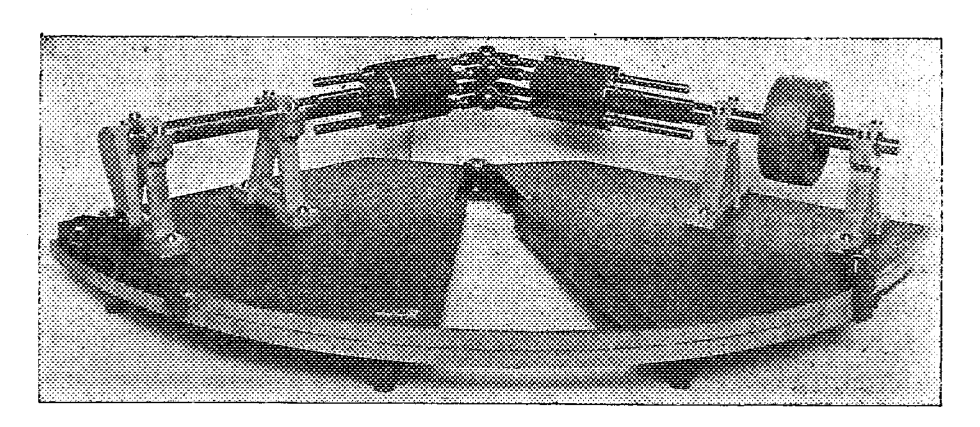
» L'inconvénient du joint de Cardan, c'est l'irrégularité avec laquelle il transmet la rotation d'un arbre à l'autre. On a cherché des joints possédant la propriété de transmettre intégralement la rotation. Deux ont été

proposés. L'un est le joint Clémens, qui figura à l'Exposition de Philadelphie, l'autre est le manchon Goubet. Ce qui distingue ce dernier joint, c'est le dispositif qui permet de faire varier l'angle formé par les deux arbres, sans que la transmission intégrale de la rotation cesse de se produire au cours même de cette variation continue.

» Le joint que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie possède la même propriété caractéristique, en sorte qu'il ne faut pas voir dans cet appareil uniquement la possibilité de transmettre intégralement la rotation d'un arbre à l'autre, mais encore, et j'insiste sur ce point, la possibilité de faire varier continûment et indépendamment l'angle que ces arbres forment entre eux. Le dispositif est à deux paramètres.

» Il est fondé sur le principe suivant :

» Imaginons deux arbres, A et A', dont les axes géométriques Ox et Ox'



concourent en un point O. Les coussinets dans lesquels s'engage l'arbre A sont solidaires d'un bâti B, et les coussinets où s'engage A' sont solidaires d'un bâti B'. Les bâtis B et B' s'articulent suivant une charnière U, dont l'axe géométrique passe au point O et y coupe à angle droit les axes Ox et Ox'. Dans ces conditions, il suffira de faire jouer la charnière U pour faire varier l'angle que forment entre eux les axes Ox et Ox'.

» Il s'agit maintenant de relier entre eux les arbres A et A' par un dispositif qui les rende solidaires au point qu'ils tournent dans leurs coussinets avec la même vitesse angulaire, quel que soit l'angle des axes Ox et Ox'. En outre, ce dispositif devra permettre le jeu libre de la charnière U.

» Pour cela, ouvrons la charnière U de manière que Ox et Ox' viennent dans le prolongement l'un de l'autre, position spéciale que j'appelle P_0. Concevons alors que deux corps C et C' aient été calés sur les arbres A

et A′ respectivement, puis, dans cette position particulière P_0, traversons l'ensemble des corps C et C′ par un cylindre de révolution qui forme verrou avec chacun de ces corps, et dont l'axe géométrique soit parallèle à la droite xox', mais sans se confondre avec elle et même en étant éloignée à une distance convenable. Considérons le plan Π normal en O à la droite xox' et appelons O_1 le point où il coupe l'axe du cylindre. Le plan Π coupe en deux le cylindre : une première partie D s'engage dans le corps C, la seconde partie s'engage dans le corps C′; nous l'appelons D′. Articulons entre elles ces deux parties D et D′, au point O_1, au moyen d'une charnière W dont l'axe géométrique soit parallèle à celui de la charnière U. Dans ces conditions, il est clair que, si l'on essaie de faire jouer la charnière U, la charnière W jouera aussi, grâce au glissement des cylindres D et D′ dans les corps C et C′ respectivement. Nous pourrons ainsi placer les axes ox et ox' sous un angle relatif quelconque θ.

» Concevons maintenant que l'on fasse tourner sur lui-même l'arbre A; les axes géométriques des cylindres D et D′, à savoir O_1y et O_1y', restent respectivement parallèles aux axes ox et ox' des arbres A et A′ et s'élèvent ou s'abaissent ensemble de la même quantité que le point O_1 par rapport au plan xox'. Il en résulte, puisque les axes O_1y et O_1y' sont aux mêmes distances des axes ox et ox' respectivement, que les arbres A et A′ tournent ensemble de la même quantité.

» Pour assurer la régularité du guidage, au lieu d'un seul couple de cylindres articulés D et D′, on peut en introduire plusieurs. Le modèle présenté à l'Académie met en jeu quatre cylindres symétriquement disposés.

» Ce dispositif offre une particularité très singulière. La position P_0 constitue pour lui une position de *bifurcation*.

» Alors en effet que, dans toute autre position, le mécanisme fonctionne à deux paramètres, dans la position P_0 certains déplacements deviennent possibles qui amènent le mécanisme à prendre une autre série de déformations très différentes des premières.

» Pour nous en rendre compte, prenons le mécanisme dans la position P_0 et imprimons à un couple de cylindres D, D′, soit un glissement suivant son axe, soit une rotation autour de cet axe, soit les deux en même temps, de façon que le point O_1 sorte du plan de symétrie de l'appareil, ou que l'axe de la charnière W cesse d'être parallèle à l'axe de la charnière U. Alors, si l'on essaie de faire jouer la charnière U, on constate qu'elle est verrouillée et que l'angle appelé θ demeure égal à 180°. Les arbres A et A′ sont assemblés et n'en forment plus qu'un. En revanche, les deux cylindres

D, D', qui sont également assemblés, peuvent prendre un mouvement de verrou qui est, comme on sait, à deux paramètres. Si donc le nombre des couples de cylindres employés est égal à j, le nouveau mécanisme contient $(2j+1)$ paramètres indépendants. Ce nouveau dispositif n'est plus propre évidemment au même objet que le précédent, mais on pourrait instituer sur son principe un verrouillage de sûreté à clefs multiples. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le Tome I des « Opere matematiche di *Francesco Brioschi*, pubblicate per cura del comitato per le onoranze a Fr. Brioschi; Milano, 1901 ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'extension de la méthode d'intégration de Riemann.* Note de M. **J. Coulon**, présentée par M. Picard.

« L'objet de cette Note est de faire connaître deux transformations que l'on peut faire subir à la formule de Green pour les équations aux dérivées partielles du second ordre linéaires et à un nombre quelconque de variables indépendantes, ainsi que les applications qui peuvent en être faites pour étendre la méthode d'intégration de Riemann dans le cas des caractéristiques réelles.

» I. Soit, pour simplifier l'exposition, l'équation à trois variables

$$(1)\quad \begin{cases} F(U)=A\dfrac{\partial^2 U}{\partial x^2}+A'\dfrac{\partial^2 U}{\partial y^2}+A''\dfrac{\partial^2 U}{\partial z^2}+2B\dfrac{\partial^2 U}{\partial y\,\partial z}+2B'\dfrac{\partial^2 U}{\partial z\,\partial x}+2B''\dfrac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial y}\\ \qquad +2C\dfrac{\partial U}{\partial x}+2C'\dfrac{\partial U}{\partial y}+2C''\dfrac{\partial U}{\partial y}+DU, \end{cases}$$

et représentons par $G(V)$ l'analogue de l'adjointe dans le cas de deux variables. Si nous multiplions (1) par V et si nous intégrons par partie dans un domaine D limité par une frontière F, on aura, sous les conditions habituelles de continuité,

$$(A)\quad \int_D [VF(U)-UG(V)]\,d\omega+\int_F\left[\left(V\frac{\partial U}{\partial \nu}-U\frac{\partial V}{\partial \nu}\right)\Lambda+P_n UV\right]d\sigma=0.$$

» Dans cette formule, $\frac{\partial H}{\partial \nu}$ représente la dérivée suivant une direction perpendiculaire au plan diamétral conjugué de la normale à la frontière F par rapport au cône

$$\Sigma AX^2 + 2\Sigma BYZ = 0,$$

c'est ce que nous appellerons la *dérivée conormale ;*

$$\Lambda = \Sigma 4\left(A\frac{\partial x}{\partial n} + B''\frac{\partial y}{\partial n} + B'\frac{\partial z}{\partial n}\right)^2,$$

$$P_n = \Sigma\left(2C - \frac{\partial A}{\partial x} - \frac{\partial B''}{\partial y} - \frac{\partial B'}{\partial z}\right)\frac{\partial x}{\partial n};$$

ce dernier polynome s'annule pour une équation identique à son adjointe.

» II. Nous appellerons *surfaces caractéristiques* de l'équation (1), celles qui sont définies par l'équation différentielle

$$(2) \qquad \Sigma A\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + 2\Sigma B\frac{\partial f}{\partial y}\frac{\partial f}{\partial z} = 0,$$

et *bicaractéristiques* les caractéristiques de Cauchy de cette dernière équation. On reconnaît sans peine que, sur une surface caractéristique, la direction conormale coïncide avec la tangente à la bicaractéristique et l'on est conduit au théorème suivant :

» *Sur une frontière caractéristique, la dérivée conormale est égale à la dérivée bicaractéristique* (¹).

» Soit (C) une frontière caractéristique limitée par un contour (Γ) et soit l la variable qui définit la position d'un point sur une bicaractéristique. Supposons que l'élément superficiel de (C) soit mis sous la forme

$$d\sigma = A(u, l)\,du\,dl,$$

en désignant par u une ligne coordonnée qui croise les bicaractéristiques. En intégrant par partie sur la frontière (C) on sera conduit à la deuxième formule que nous voulions signaler :

$$(B)\left\{\begin{aligned} &\int_D [VF(U) - UG(V)\,d\omega + \int_F \left[\left(V\frac{\partial U}{\partial \nu} - U\frac{\partial V}{\partial \nu}\right)\Lambda + P_n UV\right] d\sigma \\ &\quad + \int_{(\Gamma)} UV\Lambda A\,du - \int_{(C)} U\left[2\Lambda\frac{\partial V}{\partial l} - V\left(P_n - \frac{1}{A}\frac{\partial \Lambda A}{\partial l}\right)\right] A\,du\,dl = 0.\end{aligned}\right.$$

(¹) Voir M. R. d'Adhémar, *Sur une classe d'équations aux dérivées partielles du second ordre* (*Comptes rendus*, 11 février 1901). Ce théorème est signalé pour une équation particulière. Nous avons emprunté la dénomination de *conormale* à cette Note.

F représente la portion de frontière qui n'est point caractéristique.

» III. Supposons que U soit une intégrale de (1), définie par ses valeurs et celles de sa dérivée conormale $\frac{\partial U}{\partial \nu}$ sur une frontière F. Soit (L) une ligne arbitraire sur laquelle se croisent deux nappes caractéristiques réelles (C_1) et (C_2). Sous des conditions faciles à préciser F, (C_1) et (C_2) détermineront un domaine auquel la formule (B) sera applicable. Prenons pour V une solution de l'adjointe, telle que sur (C_1)

$$2A_1\frac{\partial V}{\partial l} + V\left[\frac{1}{A_1}\frac{\partial(A_1A_1)}{\partial l} - P_{n_1}\right] = 0,$$

et sur (C_2)

$$2A_2\frac{\partial V}{\partial l} + V\left[\frac{1}{A_2}\frac{\partial(A_2A_2)}{\partial l} - P_{n_2}\right] = 0.$$

L'existence de la fonction V résulte de ce que l'on peut trouver une intégrale d'une équation aux dérivées partielles du second ordre, prenant sur des caractéristiques des valeurs données. Dans ces conditions, la formule (B) fournira une relation entre les valeurs prises par la fonction U sur la ligne arbitraire (L) et ses valeurs, ainsi que celles de $\frac{\partial U}{\partial \nu}$ sur la frontière F. On pourrait dire que la relation définit une *fonction de ligne*.

» IV. On arrivera à une fonction du point (x_0, y_0, z_0) en considérant un domaine limité par une frontière F sur laquelle on se donne la fonction et sa dérivée conormale et la surface à point singulier de sommet (x_0, y_0, z_0). La fonction V devra toujours être une solution de l'adjointe et satisfaire sur la frontière caractéristique à des conditions analogues à celles que nous avons trouvées précédemment. Mais elle devra, en outre, être *discontinue* sur une variété passant par le point singulier. Cette solution peut être déterminée effectivement pour certaines équations. Il semble difficile d'établir son existence dans le cas général. Toutefois, la proposition suivante permet de simplifier les recherches :

» *On peut toujours effectuer sur les équations une transformation ponctuelle de telle sorte que la surface à point singulier de sommes* x_0, y_0, z_0 *se réduise pour ce point à la forme*

$$(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 - (z-z_0)^2 = 0.$$

» V. En appliquant la formule (B) à un domaine limité exclusivement par des frontières caractéristiques, on arrive à des équations qui généra-

lisent de diverses façons les formules données par M. Darboux [1] dans le cas de deux variables. »

MÉCANIQUE. — *Sur la solution des équations de l'élasticité, dans le cas où les valeurs des inconnues à la frontière sont données.* Note de MM. **Eugène** et **François Cosserat.**

« Dans notre Note du 12 avril 1898, nous avons indiqué un point de vue nouveau auquel on peut se placer pour l'étude des intégrales des équations de l'élasticité, satisfaisant à la frontière à des conditions données.

» Nous considérerons aujourd'hui le cas où les intégrales prennent à la frontière des valeurs connues, et nous énoncerons, comme première suite à la Note précédente, la proposition suivante :

» *Soient* X, Y, Z *des fonctions données de* x, y, z; *les fonctions* u, v, w *de* x, y, z *qui vérifient les équations*

$$(1)\qquad \Delta_2 u + \xi\frac{\partial\theta}{\partial x} = X, \qquad \Delta_2 v + \xi\frac{\partial\theta}{\partial y} = Y, \qquad \Delta_2 w + \xi\frac{\partial\theta}{\partial z} = Z,$$

qui satisfont aux conditions de continuité fondamentales dans un domaine borné, et qui prennent, à la frontière de ce domaine, des valeurs données, étant regardées comme des fonctions de ξ, *sont analytiques et uniformes, et leurs points critiques sont tous réels et situés sur la portion de l'axe des* ξ *comprise entre* -1 *et* $-\infty$.

» Nous n'avons pu jusqu'ici démontrer cette proposition qu'en faisant des hypothèses convenables sur les fonctions X, Y, Z, sur la frontière et sur les données à la frontière; mais il y a lieu de penser que ces restrictions sont, au moins en partie, introduites dans la question par la méthode même que nous avons suivie.

» Voici les traits essentiels de cette méthode.

» Les équations (1) peuvent se mettre sous la forme

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} (\xi+1)\Delta_2 u + 2\xi\left(\frac{\partial\tau_3}{\partial y} - \frac{\partial\tau_2}{\partial z}\right) &= X,\\ (\xi+1)\Delta_2 v + 2\xi\left(\frac{\partial\tau_1}{\partial z} - \frac{\partial\tau_3}{\partial x}\right) &= Y,\\ (\xi+1)\Delta_2 w + 2\xi\left(\frac{\partial\tau_2}{\partial x} - \frac{\partial\tau_1}{\partial y}\right) &= Z,\end{aligned}\right.$$

---

(1) *Théorie des surfaces*, t. II, p. 79.

(τ_1, τ_2, τ_3) étant la rotation relative au déplacement (u, v, w). Cette forme d'équations montre que, si les fonctions τ_1, τ_2, τ_3 sont connues, on peut en déduire les fonctions u, v, w en résolvant simplement le problème de Dirichlet.

» Ceci étant, cherchons à représenter u, v, w par des séries procédant suivant les puissances entières positives de ξ, et introduisons des constantes analogues à celles de M. Schwarz, savoir :

$$W_{m,n} = \int\int\int \theta_m \theta_n \, dx\, dy\, dz,$$

où θ_m désigne la dilatation cubique relative au déplacement dont les composantes sont les coefficients de ξ^m dans les séries précédentes.

» On constate que $W_{m,n}$ ne dépend que de la somme $m+n$, et, en introduisant la notation W_{m+n}, au lieu de $W_{m,n}$, on établit que les nombres

$$W_1, \quad W_2, \quad \ldots, \quad W_n, \quad \ldots$$

sont positifs et forment une suite non croissante dans laquelle le rapport du terme de rang n au précédent ne décroît pas lorsque n croît et tend, pour n infini, vers une limite qui est inférieure ou égale à *un*; d'où il résulte que les séries qui représentent τ_1, τ_2, τ_3 sont absolument et uniformément convergentes dans un cercle ayant pour centre l'origine et passant par le point $\xi = -1$, ou contenant ce point à son intérieur; il en est de même pour les séries qui représentent u, v, w et qui vérifient les conditions données.

» Ce premier résultat établi, donnons à ξ des valeurs complexes; les séries qui viennent d'être obtenues pour u, v, w définissent des éléments de fonctions analytiques dont il est possible d'effectuer le prolongement. En effet, soit tout d'abord une valeur réelle a de ξ pour laquelle l'existence de la solution est démontrée; cherchons les développements de u, v, w suivant les puissances de $\xi - a$; par les mêmes raisonnements que précédemment et par l'introduction de constantes W analogues, on arrive à cette conclusion que les séries définissant u, v, w sont absolument et uniformément convergentes dans un cercle de centre a qui passe par -1, ou qui contient ce point à son intérieur. Soit ensuite a_1 une valeur imaginaire de ξ; le rayon du cercle de convergence de centre a_1 est alors au moins égal à la distance du point a_1 à l'axe des ξ.

» La proposition énoncée résulte évidemment de ce qui précède, si l'on remarque, d'autre part, comme nous avons déjà eu l'occasion de le faire, que, des équations (2), on conclut que la solution est unique, lorsque ξ

est réel et plus grand que -1, et qu'il en est de même aussi lorsque ξ est imaginaire, d'après la formule

$$\int\int\int \theta' \theta'' \, dx \, dy \, dz = 0,$$

qui lie deux solutions fondamentales, c'est-à-dire deux systèmes de déplacements s'annulant à la frontière et vérifiant les équations (1), où l'on suppose nuls les seconds membres X, Y, Z. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le mouvement du pendule en milieu résistant.* Note de M. L. **Décombe**, présentée par M. Lippmann.

« Soient P le poids d'un pendule, I son moment d'inertie par rapport à l'axe de suspension, a la distance du centre de gravité à ce même axe, $R = \varphi(v)$ la force qui, appliquée au centre de gravité, traduit l'effet de la résistance du milieu, θ l'élongation à un instant quelconque.

» Nous avons, pour des amplitudes infiniment petites :

$$(1) \qquad I \frac{d^2\theta}{dt^2} = -Pa\theta - a\varphi(v),$$

cette relation n'étant d'ailleurs applicable dans toute l'étendue du mouvement que si la fonction φ est *impaire*. Si φ est *paire*, la relation est applicable pendant tout intervalle de temps durant lequel la vitesse ne change pas de signe.

» Si l'on différentie on obtient $\left(\text{en remarquant que } a\frac{d\theta}{dt} = v \text{ et } a\frac{d^3\theta}{dt^3} = \frac{d^2v}{dt^2}\right)$:

$$(2) \qquad I \frac{d^2 v}{dt^2} + a^2 \varphi'(v) \frac{dv}{dt} + Pav = 0.$$

» La substitution $\frac{1}{v}\frac{dv}{dt} = u$ conduit à l'équation

$$\frac{du}{dt} - u^2 + \frac{a_2}{I}\varphi'(v)u - \frac{Pa}{I} = 0.$$

» Or v est une certaine fonction du temps, inconnue il est vrai, mais bien déterminée en même temps que la fonction φ.

» Nous pouvons donc poser : $\varphi'(v) = \psi(t)$ et écrire :

$$\frac{du}{dt} = u^2 - \frac{a_2}{I}\psi(t)u + \frac{Pl}{I}. \tag{3}$$

» *La fonction u satisfait donc à une équation d'Euler,* d'où il suit que le rapport anharmonique des différences prises deux à deux de quatre solutions particulières quelconques u_1, u_2, u_3, u_4 est constant, soit :

$$\frac{(u_1 - u_2)(u_3 - u_4)}{(u_1 - u_3)(u_2 - u_4)} = \text{const.} \tag{4}$$

» Physiquement les diverses solutions particulières correspondent à un choix différent pour l'origine du temps.

» Adoptons pour nos quatre solutions les quatre origines suivantes :

» 1. Position extrême du pendule à gauche de la verticale;

» 2. Position pour laquelle la vitesse est maxima ;

» 3. Position d'équilibre;

» 4. Position pour laquelle la vitesse est maxima dans l'une quelconque des oscillations suivantes.

» v_1, v_2, v_3, v_4 seront alors les vitesses du pendule à des instants t équidistants de ces diverses origines; u étant égal à $\frac{1}{v}\frac{dv}{dt}$, la relation (4) devient :

$$\frac{\left(\frac{1}{v_1}\frac{dv_1}{dt} - \frac{1}{v_2}\frac{dv_2}{dt}\right)\left(\frac{1}{v_3}\frac{dv_3}{dt} - \frac{1}{v_4}\frac{dv_4}{dt}\right)}{\left(\frac{1}{v_1}\frac{dv_1}{dt} - \frac{1}{v_3}\frac{dv_3}{dt}\right)\left(\frac{1}{v_2}\frac{dv_2}{dt} - \frac{1}{v_4}\frac{dv_4}{dt}\right)} = \text{const.}$$

» Pour $t = 0$, on a, d'une part : $v_1 = 0$ et, d'autre part, $\frac{dv_2}{dt} = 0$ et $\frac{dv_4}{dt} = 0$, puisque la vitesse est maxima en 2 et 4. On en conclut : const. $= \infty$, ce qui exige que l'on ait :

$$\frac{1}{v_1}\frac{dv_1}{dt} - \frac{1}{v_3}\frac{dv_3}{dt} = \frac{d}{dt}\log\frac{v_1}{v_3} = 0,$$

ou bien :

$$\frac{1}{v_2}\frac{dv_2}{dt} - \frac{1}{v_4}\frac{dv_4}{dt} = \frac{d}{dt}\log\frac{v_2}{v_4} = 0,$$

c'est-à-dire :

$$\frac{v_1}{v_3} = \text{const.} \qquad \text{ou} \qquad \frac{v_2}{v_4} = \text{const.}$$

» La première solution est à rejeter, car, pour t très petit, $\frac{v_1}{v_3}$ est voisin de zéro, tandis que, pour t voisin de la demi-période simple, ce même rapport

est très grand (ceci apparaît évident dans le cas particulier où la résistance du milieu serait négligeable).

» On a donc

$$\frac{v_2}{v_4} = \text{const.}, \tag{5}$$

v_2 et v_4 désignant les vitesses du pendule à des instants équidistants (dans le temps) des instants 2 et 4 auxquels cette vitesse est maxima. Cette propriété ne subsiste qu'autant que v ne change pas de signe si la fonction φ est paire. Elle a lieu quel que soit t si cette fonction est impaire.

» *Quelle que soit la parité de φ, il est facile, en s'appuyant sur la relation* (5), *de démontrer l'isochronisme des oscillations pour une loi de résistance absolument quelconque.*

» Supposons, en effet, que les positions 2 et 4 soient relatives à deux maxima *consécutifs* de la vitesse, l'un pendant l'aller du pendule (de gauche à droite, par exemple), l'autre pendant le retour (de droite à gauche).

» Les vitesses en 2 et 4 ont des valeurs finies, bien déterminées, différentes de zéro, et par suite :

$$\frac{v_2}{v_4} = \text{const.} \neq 0.$$

» Soit τ_1 le temps que met le pendule pour aller de 1 en 2.

» Pour $t = -\tau_1$, v_2 se change en v_1, v_4 en v'_4 par exemple, et l'on a

$$\frac{v_1}{v'_4} = \text{const.} \neq 0;$$

mais v_1 étant nul, cette relation exige que v'_4 le soit aussi; d'où il résulte que v'_4 se confond avec $v_{1'}$, 1′ désignant la position extrême du pendule à droite de la verticale. Le pendule met donc pour aller de 1′ en 4 le même temps que pour aller de 1 en 2.

» Soit maintenant τ_2 le temps qui s'écoule de 2 en 1′.

» Pour $t = +\tau_2$, v_2 se change en v_1, et v_4 en v''_4 par exemple, ce qui exige $v''_4 = 0$, puisque $v_{1'} = 0$ $\left(\frac{v_{1'}}{v''_4} = \text{const.} \neq 0\right)$.

» Pour achever la deuxième oscillation, le pendule met donc le même temps que pour achever la première. L'isochronisme est établi.

» Nous pouvons enfin remarquer que, lorsque la résistance du milieu est une fonction *impaire*, d'ailleurs quelconque, de la vitesse, la relation (5) étant applicable dans toute l'étendue du mouvement avec la même valeur de la constante, les vitesses du pendule à des instants équidistants de ceux pour lesquels cette vitesse est maxima *suivent les termes d'une progression géométrique décroissante.*

» Il en est ainsi, en particulier, des vitesses maxima elles-mêmes. »

OPTIQUE. — *Sur les changements de phase qui se produisent sous des incidences voisines de la réflexion totale, mais inférieures à l'incidence limite.* Note de M. **J. Macé de Lépinay**, présentée par M. A. Cornu.

« Les méthodes de mesure d'indices fondées sur l'observation de la limite de réflexion totale semblent pouvoir être notablement améliorées si l'on utilise les franges de Herschel : ces franges sont localisées à l'infini; elles se présentent sous la forme de lignes extrêmement déliées [1], de telle sorte qu'il est possible, avec le grand goniomètre Brunner dont je fais usage, de déterminer la position de chacune d'elles à 0",5 près; la loi de leur répartition dans le champ est simple ; si x est l'angle que fait l'axe optique de la lunette, compté à partir d'une origine arbitraire, lorsqu'elle vise la frange d'ordre p, on a $x - x_0 = ap^2$ [2], x_0 correspondant à la limite même de la réflexion totale. On voit qu'il serait possible, en relevant les positions de deux ou trois de ces franges, de déterminer cette limite à 0",5 près, et, par suite, à deux ou trois unités près du sixième ordre décimal, l'indice du prisme par rapport à la matière qui remplit la lame mince.

» En vue de contrôler la nouvelle méthode, j'ai effectué une série de mesures d'indices, tout à la fois par la méthode essayée et par celle de la déviation minimum. Or la première méthode a constamment donné des indices plus grands que la seconde; la différence de ces indices dépasse une unité du cinquième ordre décimal dans le cas du flint; elle est donc bien supérieure aux erreurs possibles; elle a été trouvée plus faible, mais bien nette dans le cas du quartz.

» Ces divergences ne pouvant pas être attribuées à la forme convexe des surfaces des prismes employées (l'étude détaillée de ces surfaces l'a prouvé), on est amené à admettre que les franges de Herschel n'occupent pas, en toute rigueur, les positions que leur assigne la théorie, de telle sorte que ces franges, ou tout au moins les premières, se trouvent plus écartées de la véritable limite de la réflexion totale que ne l'indique la

---

(1) Fabry, *Thèse*, p. 34, et *Journal de Physique*, 3e série, t. I, p. 315; 1892.

(2) Cette formule devient, en réalité, un peu insuffisante lorsque l'on s'écarte de plus de 10' de la direction qui correspond à la limite de réflexion totale; mais il suffit, pour pouvoir faire usage de cette relation simple et commode, de faire subir aux angles $x - x_0$ une petite correction facile à calculer d'avance, car elle est indépendante des conditions particulières de chaque expérience.

théorie. Cela revient à admettre qu'il se produit, au voisinage de la réflexion totale et avant cette dernière, tout à la fois, un retard de phase par réflexion sur la première et une avance de phase par réflexion sur la seconde des surfaces limitant la lame mince [1]; la relation entre x et p^2 devenant alors $x - x_0 = a(p+h)^2$.

» Voici les résultats d'une série de mesures de la distribution de ces franges (flint-air-flint) au voisinage de la réflexion totale :

p.	x obs.	x calc. (1).	$x + 3'',1$.	p (obs.-calc.).
	''	''	''	
1......	8,2	8,6	11,8	+0,147
2......	32,7	34,3	35,8	+0,042
3......	74,8	77,1	77,9	+0,013
4......	134,4	137,1	137,5	+0,002
6......	305,8	308,5	308,9	−0,001
8......	546,8	548,4	549,9	+0,003
10......	855,3	856,8	858,4	0,000
12......	1232,7	1233,8	1235,8	0,000
14......	1679,4	1679,4	1682,5	0,000

» On a pris comme origine des angles x la frange d'ordre zéro, dont la position se déduit immédiatement de celles des deux premières franges. En partant dès lors des données relatives à la frange d'ordre 14, on est amené à poser

$$x = 8'',5684\,p^2. \tag{1}$$

» Les différences entre les valeurs observées et calculées de x ne sauraient être attribuées à des erreurs accidentelles : elles varient, en effet, régulièrement avec l'ordre d'interférence, et leur maximum, 2'',7, est cinq à six fois plus grand que les erreurs possibles. L'hypothèse de déplacement des franges de Herschel et, par suite, celle de changements de phase par réflexion se trouvent ainsi justifiées.

» Ces changements de phase sont indépendants de l'orientation du plan de polarisation : les franges, en effet, conservent toute leur netteté en lumière naturelle; elles restent fixes si l'on polarise successivement la lumière dans l'un et dans l'autre des azimuts principaux.

---

(1) En s'appuyant sur ce que les franges, dans la lumière transmise et dans la lumière réfléchie, sont complémentaires, on démontre que si ces deux surfaces sont identiques les deux changements de phases correspondants sont égaux en valeur absolue; comme, d'ailleurs, ils portent chacun sur un faisceau interférent différent, leurs effets s'ajoutent.

» Quant à la loi de variation de ces changements de phase avec l'incidence, nous pouvons faire, entre autres, les deux hypothèses suivantes :

» Si l'on admet qu'ils soient indépendants de cette incidence, on est conduit à retrouver la même limite de réflexion totale. Cette hypothèse ne saurait donc corriger dans le sens voulu les indices mesurés par la réflexion totale.

» Il faut admettre que ces changements de phase varient avec l'incidence et tendent vers zéro quand on s'éloigne de la limite de réflexion totale ([1]). Dans cette hypothèse, les franges d'ordre suffisamment élevé doivent occuper leurs positions théoriques et satisfaire à une relation de la forme

$$x = x_0 + ap^2.$$

» En utilisant, pour calculer les constantes de cette formule, des groupes convenables de franges d'ordres de plus en plus élevés, on trouve :

Franges employées.	Formules obtenues.
1 et 2	$x = 0'' + 8'',1700p^2$
2 et 4	$x = -1,2 + 8,4750p^2$
4 et 8	$x = -3,1 + 8,5917p^2$
6 et 12	$x = -3,2 + 8,5824p^2$

» De ces résultats découlent des conséquences importantes :

» 1° Les franges d'ordre élevé peuvent être considérées comme ayant une distribution normale donnée par

$$x = -3'',1 + 8'',5850p^2; \tag{2}$$

» 2° La véritable limite de réflexion totale (correspondant à $p = 0$) serait à $3'',1$ de la limite apparente; il en résulterait, pour l'indice, une correction, dans le sens prévu, d'environ une unité du cinquième ordre décimal;

» 3° Les différences entre les valeurs de p observées et celles calculées par la formule (2) sont inscrites dans la cinquième colonne du premier Tableau. Ce seraient, en même temps, les valeurs de h, c'est-à-dire de la somme arithmétique des changements de phase correspondant à l'une et à l'autre des deux réflexions, exprimés en fractions de période. »

([1]) Cette valeur limite pourrait être, en réalité, petite, mais différente de zéro, sans que les résultats des expériences puissent permettre de la calculer.

OPTIQUE. — *Mesures de longueurs d'onde dans le spectre solaire; comparaison avec l'échelle de Rowland.* Note de MM. **Perot** et **Ch. Farry**, présentée par M. A. Cornu.

« Ayant donné antérieurement la méthode employée pour faire ces mesures, nous nous bornerons à donner ici les résultats obtenus :

» 33 raies du spectre solaire ont été comparées directement à la radiation verte du cadmium, fournie par un tube de M. Michelson; le Tableau suivant donne pour chaque raie :

» La longueur d'onde indiquée par Rowland (λ_R);

» La longueur d'onde trouvée par nous, rapportée à la valeur de M. Michelson (508,58240) pour la raie verte du cadmium (λ);

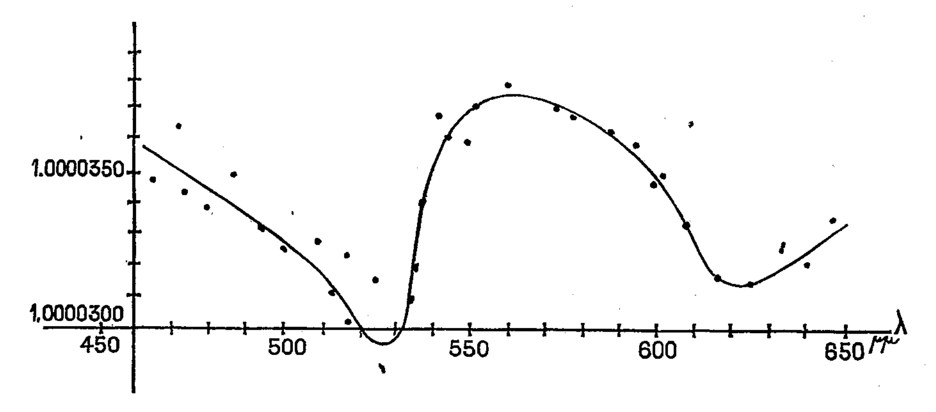
» Le rapport du premier nombre au second $\left(\frac{\lambda_R}{\lambda}\right)$.

λ_R.	λ.	$\frac{\lambda_R}{\lambda}$.	λ_R.	λ.	$\frac{\lambda_R}{\lambda_R}$.
464,3645	464,3483	1,0000349	549,7735	549,7536	1,0000362
470,5131	470,4960	1,0000363	550,7000	550,6794	1,0000374
473,6963	473,6800	1,0000344	558,6991	558,6778	1,0000381
478,3613	478,3449	1,0000340	571,5308	571,5095	1,0000373
485,9928	485,9758	1,0000350	576,3218	576,3004	1,0000371
492,4107	492,3943	1,0000333	586,2582	586,2368	1,0000365
500,2044	500,1881	1,0000326	593,4881	593,4666	1,0000362
509,0954	509,0787	1,0000328	598,7290	598,7081	1,0000349
512,3899	512,3739	1,0000312	601,6861	601,6650	1,0000351
517,1778	517,1622	1,0000302	606,5709	606,5506	1,0000335
524,7259	524,7063	1,0000316	615,1834	615,1639	1,0000317
524,7737	524,7587	1,0000286	623,0943	623,0746	1,0000316
534,0121	236,9956	1,0000309	632,2907	632,2700	1,0000327
534,5991	534,5820	1,0000320	633,5554	633,5346	1,0000328
536,7669	536,7485	1,0000343	640,8233	640,8027	1,0000321
541,0000	540,9800	1,0000370	647,1885	647,1666	1,0000338
543,4740	543,4544	1,0000361			

» Le diagramme suivant résume le Tableau; les longueurs d'onde sont portées en abscisses et les valeurs du rapport $\frac{\lambda_R}{\lambda}$ en ordonnées :

» 1° Une remarque s'impose de suite : les points trouvés sont régulièrement distribués relativement à la courbe; l'écart maximum est un millionième. Ceci montre que les rapports des longueurs d'onde de deux radia-

tions *voisines* ont été déterminées par Rowland avec une grande exactitude, exactitude que nous avons atteinte, sinon dépassée, dans les comparaisons d'une radiation quelconque avec la radiation verte du cadmium.



» 2° Si l'échelle de Rowland était normale, c'est-à-dire ne différait d'une échelle absolue que par la valeur de l'unité de longueur, le rapport $\frac{\lambda_R}{\lambda}$ serait constant; la courbe précédente serait une droite horizontale. Or, il n'en est pas ainsi; l'échelle de Rowland est donc inexacte et l'ordonnée de la courbe donne le nombre par lequel il faut diviser la longueur d'onde d'une radiation exprimée dans l'échelle de Rowland pour l'obtenir en unités absolues. La valeur de ce rapport varie dans le spectre visible de 8 millionièmes de sa valeur.

» Il est à remarquer, d'ailleurs, que les mesures effectuées par notre méthode ne sont pas, dans le cas actuel, plus précises que celles de Rowland pour la comparaison de raies voisines, pour lesquelles le réseau reste ici l'instrument de mesure le plus commode d'emploi; elle permet la comparaison de raies distantes sans passer par aucun intermédiaire.

» La précision obtenue dans des mesures telles que les nôtres est limitée uniquement par la finesse des radiations et est indépendante de la position des raies dans le spectre.

» L'intérêt de semblables mesures réside dans le fait que les mesures spectroscopiques courantes se font par comparaison des raies à mesurer avec des raies connues empruntées à une échelle de longueurs d'onde. C'est à l'échelle de Rowland que sont rapportées le plus souvent, d'une façon plus ou moins directe, les mesures modernes. Ce qui précède montre que cette échelle n'est pas parfaitement correcte, même en valeur relative, et permet d'en corriger les inexactitudes. »

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Sur la direction d'aimantation dans des couches d'argile transformée en brique par des coulées de lave.* Note de MM. **Bernard Brunhes** et **Pierre David**, présentée par M. Mascart.

« On sait que l'argile, en cuisant dans un four à briques, prend une aimantation dirigée dans le sens du champ magnétique terrestre à l'instant de la cuisson, et que cette aimantation, d'intensité variable avec la nature et la composition de l'argile, reste très stable. M. Folgheraiter a fondé sur ces remarques une méthode d'étude de l'inclinaison magnétique terrestre dans l'antiquité : ses études ont porté sur des vases en terre cuite de l'époque étrusque et de l'époque romaine. L'incertitude où l'on est de l'*orientation* des vases placés verticalement dans les fours pendant la cuisson n'a permis aucune conclusion relative à la *déclinaison* magnétique.

» Il serait intéressant de connaître les deux angles qui définissent la direction du champ terrestre, non seulement dans l'antiquité, mais, si c'était possible, aux époques géologiques. Les observations que nous avons faites dans la région volcanique du Puy-de-Dôme nous paraissent mettre sur la voie de la solution du problème.

» En divers points, aux environs de Clermont, notre collègue M. Ph. Glangeaud nous a montré des couches d'argile de la fin du pliocène supérieur et du commencement du quaternaire disposées horizontalement et sur lesquelles est venu couler un fleuve de lave parfaitement régulier : l'argile a gardé, à partir de deux ou trois mètres de profondeur au-dessous de la lave, sa couleur et son état d'argile non cuite; mais la couche supérieure, immédiatement en contact avec la lave, a été cuite sur place et s'est trouvée dans les mêmes conditions que les poteries cuites au four dans le champ magnétique terrestre, avec cette circonstance plus favorable qu'on est certain, au moins dans quelques cas bien déterminés, que l'argile cuite sur place n'a pas été déplacée depuis l'époque de l'éruption volcanique.

» Nous avons, dans un grand nombre de ces carrières de brique naturelle, taillé de petits cubes orientés, et étudié leur aimantation à l'aide des appareils magnétiques appartenant à l'observatoire du Puy-de-Dôme. *Nous avons trouvé, en général, une aimantation de direction bien définie et différente de la direction actuelle du champ terrestre.*

» Nous citerons comme exemples trois carrières voisines, n°s 5, 6 et 7, situées sur la route nationale n° 89 de Lyon à Bordeaux, au voisinage de la borne 2^{km},400 à partir

de Clermont, près du village de Beaumont. Douze échantillons ont été étudiés et ont donné des résultats très concordants.

» Chaque échantillon est un cube qu'on a taillé sur place, à arêtes respectivement dirigées nord-sud, est-ouest et verticales. La direction que nous appelons nord-sud est celle du méridien magnétique actuel donnée par une petite boussole de déclinaison.

» On obtient la valeur de la composante nord-sud en plaçant le cube de telle sorte que son axe nord-sud soit dans la première position de Gauss (c'est-à-dire que le prolongement de cet axe passe par le centre du barreau), à quelques centimètres du barreau du déclinomètre Mascart. On retourne le cube de manière à échanger les faces nord et sud, et l'on note le déplacement de l'échelle. *On s'assure que ce déplacement reste sensiblement le même pour les quatre positions que l'on peut donner au cube, en laissant toujours les faces nord et sud aux mêmes places.* Si cette condition n'était pas réalisée, c'est qu'il y aurait défaut d'homogénéité dans le bloc, et l'on ne pourrait faire entrer les mesures faites sur ce cube en ligne de compte (cela arrive fréquemment, par suite d'interposition de morceaux assez gros de granit ou de quartz à l'intérieur de la brique).

» On opère de même pour la composante est-ouest et pour la composante verticale :

Exemples :

Carrière n° 5, échantillon n° 2.		Carrière n° 7, échantillon n° 5.	
NS..................	− 3,7	NS..................	−14,9
EW..................	− 0,5	EW..................	− 1,75
Verticale et dirigée vers le bas.............	+ 5,9	Verticale et dirigée vers le bas.............	+22,7

» Ces morceaux ont les mêmes dimensions (8^{cm} de côté); on voit que l'intensité d'aimantation est très différente de l'un à l'autre, et cependant la direction y est très sensiblement la même. Toutefois, l'aimantation reste toujours assez faible pour qu'on puisse négliger la force démagnétisante. Cette aimantation a varié, suivant les échantillons, de 0,0018 C.G.S. à 0,00045 C.G.S.

» On a ainsi, pour l'échantillon n° 2 de la carrière n° 5,

$$\delta = \Delta + 7^\circ 30' \text{ Est}$$

(Δ étant la déclinaison actuelle, et δ la déclinaison donnée par le cube de brique), cela donnerait une déclinaison occidentale d'environ

$$\delta = 7^\circ \quad \text{et} \quad I = 56^\circ 30'.$$

» Nous nous sommes assurés directement qu'il n'y a pas, au voisinage des carrières étudiées, d'anomalie magnétique assez forte pour être prise en considération, étant donné le degré de précision que comportent les mesures précédentes.

» Pour l'autre échantillon, on a

$$\delta = \Delta + 7^\circ \text{ Est},$$
$$I = 56^\circ 30'.$$

» Pour ces trois carrières, les échantillons ont tous donné pour $\delta - \Delta$ des nombres compris entre 7° et 9°30' et, pour I, entre 56°30' et 58°30'. Il est évident qu'il serait illusoire de chercher une plus grande précision.

» D'autres carrières de briques dues à des coulées de lave de volcans différents ont donné des résultats très différents. Bornons-nous à signaler une carrière de Royat qui a donné une déclinaison différant de la déclinaison actuelle de 60° environ et à l'ouest (par suite une déclinaison occidentale de 75°) et une inclinaison de 75°.

» On aurait là peut-être un moyen de décider, dans un cas douteux, si deux coulées de lave d'une même région proviennent ou non d'éruptions contemporaines.

» Jusqu'ici nous avons partout trouvé le pôle de même signe que le pôle austral actuel, dirigé vers le bas; par suite, nous n'avons pas rencontré d'inclinaison négative comme M. Folgheraiter en a signalé. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique des hydrates de potasse solides.* Note de M. de Forcrand.

« I. A part l'hydrate cristallisé $KOH, 2H^2O$, qui est bien connu, et le composé KOH, on n'a pas isolé d'hydrate de potasse intermédiaire.

» M. Berthelot [1] a donné, pour chaleur de dissolution de KOH et de $KOH + 2H^2O$, les nombres $+12^{Cal},46$ et $-0,03$, à $+11^\circ,40$, ce qui conduit à :

$$KOH \text{ sol.} + 2H^2O \text{ liq.} = KOH, 2H^2O \text{ sol.} \ldots\ldots \quad +12^{Cal},49.$$

» Il a trouvé, en outre, pour des potasses pures du commerce, dont la composition était $KOH + 0,88H^2O$, une chaleur de dissolution de $+4^{Cal},60$. Ce nombre conduit à :

$$KOH \text{ sol.} + 0,88\,H^2O \text{ liq.} = KOH + 0,88\,H^2O \text{ sol.} \quad +7^{Cal},86,$$

valeur qui dépasse déjà la moitié de $+12,49$ et montre qu'il existe au

(1) *Ann. de Chim.* et *de Phys.*, 5e série, t. IV, p. 513.

moins un composé intermédiaire entre KOH et KOH, $2H^2O$, sans donner cependant ni sa composition, ni sa chaleur de formation. Il pourrait d'ailleurs exister plusieurs composés de ce genre.

» En outre, M. Berthelot (1) donne pour chaleur de dissolution de KOH à 100° le nombre $+16^{Cal},80$, ce qui correspond à une augmentation de $+0^{Cal},049$ par degré.

» Enfin Thomsen (2) a publié depuis $+13^{Cal},29$ à $+17°,27$ pour la chaleur de dissolution de KOH, ce qui fournirait $+13^{Cal},00$ à $+11°,40$, avec la correction précédente.

» J'ai cherché à préciser ces notions essentielles et à caractériser les divers hydrates qui peuvent prendre naissance, en dissolvant dans l'eau des échantillons de potasse absolument purs, de composition intermédiaire entre KOH et KOH + $2H^2O$.

» Le poids moléculaire $56^{gr},1 + n \times 18$ était dissous dans un grand excès d'eau, sensiblement constant (de 150 à 190 H^2O). La température était comprise entre +21° et +22°.

» II. Voici les résultats des expériences :

	Q = chaleur de dissolution.	12,95 — Q.	12,95 — Q calculé pour H^2O.	Q — Q' (3).	Q — Q' calculé pour H^2O.
KOH................	+12,95 (4)	»	»	»	»
KOH + 0,25 H^2O.....	+10,11	2,84	11,36	2,84	11,36
KOH + 0,535 H^2O.....	+ 6,40	6,55	12,24	3,71	13,02
KOH + 0,91 H^2O.....	+ 3,78	9,17	10,08	2,62	6,98
KOH + 1,16 H^2O.....	+ 2,96	9,99	8,61	0,82	3,28
KOH + 1,55 H^2O.....	+ 1,66	11,29	6,80	1,30	3,33
KOH + 2 H^2O.....	+ 0,46 (5)	12,49	6,25	1,20	2,66

» La signification de ces nombres apparaît plus clairement, si l'on a soin

(1) *Thermochimie*, t. II, p. 178.

(2) *Thermochemische Untersuchungen*, t. III, p. 234.

(3) Différence entre deux nombres consécutifs de la première colonne.

(4) Ce nombre 12,95 est un peu plus faible que celui que donnerait le résultat de Thomsen, soit $+13^{Cal},49$, en tenant compte de la différence des températures, mais il s'accorde absolument avec celui de M. Berthelot : $+12^{Cal},46$ à +11°,40, soit $+12^{Cal},93$ à +21°, en comptant $0^{Cal},049$ en plus par degré.

(5) Cette valeur n'a pas été déterminée à nouveau. Je me suis servi de la donnée de M. Berthelot, soit $-0^{Cal},03$ à +11°, en ajoutant $+0^{Cal},049$ par degré, ce qui donne $+0^{Cal},46$.

de les rapporter aux formules : $KOH + 0,25 H^2O$, $KOH + 0,50 H^2O$, $KOH + H^2O$, $KOH + 1,5 H^2O$, soit par le calcul, soit au moyen de la courbe.

» On trouve ainsi, en conservant le même sens aux différentes colonnes du Tableau précédent :

						Moyenne.
KOH.............	+12,95	»	»	»	»	
$KOH + 0,25 H^2O$...	+10,11	2,84	11,36	2,84	11,36	12,60
$KOH + 0,50 H^2O$...	+ 6,65	6,30	12,60	3,46	13,84	
$KOH + H^2O$...	+ 3,50	9,45	9,45	3,15	6,30	
$KOH + 1,5 H^2O$...	+ 1,81	11,14	7,43	1,69	3,38	3,04
$KOH + 2 H^2O$...	+ 0,46	12,49	6,25	1,35	2,70	

» III. Ces faits conduisent aux conclusions et remarques suivantes :

» 1° Outre les deux composés KOH et $KOH + 2 H^2O$, il existe *deux* hydrates intermédiaires, $KOH + 0,5 H^2O$ et $KOH + H^2O$.

» Il semble d'ailleurs qu'il n'y en a pas d'autres, car les points correspondant à $KOH + 0,25 H^2O$ et $KOH + 1,5 H^2O$ se trouvent sensiblement sur les droites qui joignent les points voisins.

» 2° La chaleur de fixation de $0,5 H^2O$ liq. sur KOH sol. est de $+ 6^{Cal},30$, soit $+ 12^{Cal},60$ par molécule.

» La fixation d'une seconde demi-molécule d'eau, pour passer à KOH, H^2O, ne dégage plus que $+3^{Cal},15$, soit $+6^{Cal},30$ par molécule.

» Enfin la fixation d'une molécule entière sur KOH, H^2O, pour donner $KOH + 2 H^2O$, dégage seulement $+3^{Cal},04$.

» Ces trois nombres $+12^{Cal},60$, $+6,30$ et $+3,04$ sont exactement dans le rapport 4 : 2 : 1.

» 3° Ces faits expliquent suffisamment pourquoi la potasse employée pour absorber l'eau (des gaz par exemple) doit avoir été amenée à l'état de KOH ou sensiblement. Les échantillons de potasse pure du commerce, dont la composition est voisine de $KOH + H^2O$, sont des déshydratants très insuffisants.

» 4° Il semble que les premières portions d'eau fixées (jusqu'à $0,25 H^2O$) dégagent un peu moins de chaleur que les portions suivantes (de 0,25 à $0,50 H^2O$). Je reviendrai sur ce fait anormal, à propos de la soude qui le montre également et d'une manière aussi nette. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés éthérés phényliques iodés.* Note de M. P. BRENANS.

« J'ai indiqué [1] les circonstances dans lesquelles l'iode donne avec le phénol le diiodophénol $OH - C^6H^3 - I^2$ 1.2.4 et le triiodophénol $OH - C^6H^2 - I^3$ 1.2.4.6; la présente Note a pour objet de décrire les modes de préparation et les propriétés de quelques éthers-oxydes et éthers-sels obtenus au moyen de ces deux composés iodés.

» I. ÉTHERS-OXYDES DU DIIODOPHÉNOL : $OH - C^6H^3 - I^2$ 1.2.4. — 1. *Éther propylphénylique,* $CH^3 - CH^2 - CH^2 - O - C^6H^3 - I^2$ 1.2.4. — Je l'ai obtenu en ajoutant à une dissolution de $6^{gr},92$ de diiodophénol dans 50^{cc} d'alcool, $1^{gr},12$ de potasse et $3^{gr},50$ d'iodure de propyle; la réaction, commencée à froid, a été achevée au bain-marie, avec réfrigérant à reflux. Une partie de l'alcool a été distillée; le reste décoloré avec de l'acide sulfureux a été précipité par l'eau. Le produit huileux obtenu ainsi a été purifié en le distillant dans un courant de vapeur d'eau; il passe incolore et se concrète par le froid. Le rendement est théorique. Sa solution benzénique donne des lamelles fusibles à 32°, sa solution acétique des tables rhombes appartenant au système orthorhombique. Composition : $C^9H^{10}OI^2$. Très soluble dans l'éther, le chloroforme, la benzine, cet éther est moins soluble dans l'alcool et l'acide acétique.

» 2. *Éther isopropylphénylique,* $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> CH - O - C^6H^3 - I^2$ 1.2.4. — Je l'ai préparé et purifié comme le précédent. Avec $8^{gr},65$ de diiodophénol, $1^{gr},40$ de potasse, 5^{gr} d'iodure d'isopropyle et 50^{cc} d'alcool le rendement a été presque théorique. L'huile incolore distillée avec la vapeur d'eau a été desséchée dans un courant d'air sec, à 100°; elle bout à 235°-237° (corr.) sous 77^{mm} de pression en se colorant un peu. Composition : $C^9H^{10}OI^2$. Ses dissolvants sont les mêmes que ceux de son isomère ci-dessus.

» 3. *Éther allylphénylique,* $CH^2 - CH - CH^2 - O - C^6H^3I^2$ 1 2.4. — Obtenu, comme les précédents, avec $6^{gr},92$ de diiodophénol, $1^{gr},12$ de potasse, 3^{gr} d'iodure d'allyle (sans excès) et 50^{cc} d'alcool. L'huile précipitée par l'eau a été purifiée en la lavant à la potasse et en la dissolvant dans l'éther; desséchée, comme la précédente, elle bout, en se colorant, à 110°-112° sous 139^{mm} de pression. Composition : $C^9H^8OI^2$. Ses dissolvants sont ceux des éthers décrits plus haut.

» II. ÉTHERS-OXYDES DU TRIIODOPHÉNOL : $OH - C^6H^2 - I^3$ 1.2.4.6. — 1. *Anisol triiodé,* $CH^3 - O - C^6H^2 - I^3$ 1.2.4.6. — Je l'ai préparé comme les précédents; avec $14^{gr},16$ de triiodophénol, $1^{gr},68$ de potasse, un excès d'iodure de méthyle et 150^{cc} d'alcool méthylique, le rendement a été théorique. Après addition d'eau au reste du liquide, j'ai obtenu un précipité qui a été purifié par des cristallisations dans la benzine; il

(1) *Comptes rendus,* t. CXXII, p. 831.

cristallise ainsi en paillettes incolores, fusibles à 98°-99°, ou en longues aiguilles dans l'éther. Composition : $C^7H^5OI^3$.

» 2. *Phénéthol triiodé,* $C^2H^5O - C^6H^2I^3$ 1.2.4.6. — Sa préparation et sa purification sont identiques à celles du précédent; avec 14gr,16 de triiodophénol, 1gr,68 de potasse, un excès d'iodure d'éthyle et 150cc d'alcool, j'ai obtenu 14gr,50 d'un composé qui constitue de longues aiguilles incolores, fusibles à 83°; il cristallise aussi dans l'éther en grosses aiguilles prismatiques. Composition : $C^8H^7OI^3$.

» 3. *Éther propylphénylique,* $CH^3 - CH^2 - CH^2 - O - C^6H^2I^3$ 1.2.4.6. — Il a été obtenu et purifié comme précédemment avec 11gr,80 de triiodophénol, 1gr,4 de potasse, 5gr d'iodure de propyle et 80cc d'alcool. Il cristallise en aiguilles incolores, fusibles à 81°. Composition : $C^9H^9OI^3$.

» 4. *Éther allylphénylique,* $C^3H^5 - O - C^5H^2I^3$ 1.2.4.5. — Je l'ai préparé comme les éthers ci-dessus en ajoutant à une dissolution de 14gr,15 de triiodophénol dans 150cc d'alcool, 1gr,68 de potasse et de l'iodure d'allyle en excès; j'ai obtenu 14gr d'un éther cristallisant dans la benzine en longues aiguilles incolores, fusibles à 113°-114°. Composition : $C^9H^7OI^3$. Peu soluble dans l'éther.

» 5. *Éther benzylphénylique,* $C^6H^5 - CH^2 - O - C^6H^2 - I^3$ 1.2.4.6. — Il a été obtenu comme les précédents avec 14gr,10 de triiodophénol, 150cc d'alcool, 1gr,68 de potasse, et un excès de chlorure de benzyle. Le produit abondant déposé pendant l'ébullition et le précipité peu considérable retiré de la liqueur alcoolique ont été purifiés par des cristallisations dans la benzine. Cet éther constitue de fines aiguilles, incolores, fusibles à 123°. Composition : $C^{13}H^9OI^3$.

» III. Éthers-sels du diiodophénol, $OH - C^6H^3 - I^2$ 1.2.4. — 1. *Éther benzoïque,* $C^6H^5 - CO^2 - C^6H^3 - I^2$ 1.2.4. — Je l'ai obtenu en chauffant, vers 125°, 6gr,92 de diiodophénol avec du chlorure de benzoyle en excès. Après refroidissement, le produit a été purifié par des lavages avec de la potasse, et des cristallisations dans l'acide acétique et la benzine. Ce benzoate est en longues aiguilles aplaties, incolores, fusibles à 96°-97°. Composition : $C^{13}H^8O^2I^2$.

» Il est soluble dans les dissolvants organiques.

» 2. *Éther succinique neutre,*

$$1.2.4.I^2 - C^6H^3 - CO^2 - CH^2 - CH^2 - CO^2 - C^6H^3I^2\,1.2.4.$$

Il a été préparé en chauffant, vers 80°, 5gr de diiodophénol et un excès de chlorure de succinyle. Cet éther purifié est, comme le précédent, remarquable par sa faible solubilité dans les dissolvants organiques; il se dissout toutefois dans la benzine chaude, d'où il cristallise en prismes réfringents, fusibles à 209°. Composition : $C^{16}H^{10}O^4I^4$.

» 3. *Éther phtalique neutre,* $C^6H^4\begin{cases} CO^2 - C^6H^3 - I^2\,1.2.4 \\ CO^2 - C^6H^3 - I^2\,1.3.4 \end{cases}$ — Je l'ai préparé et purifié comme l'éther succinique avec 5gr de diiodophénol et du chlorure de phtalyle. Il constitue des aiguilles prismatiques fusibles à 153°. Composition : $C^{20}H^{10}O^4I^4$. Son meilleur dissolvant est la benzine.

» IV. Éthers-sels du triiodophénol, $OH - C^6H^2 - I^3$ 1.2.4.6. — 1. *Éther acétique,* $C^2H^3O^2 - C^6H^2I^3$ 1.2.4.6. — Je l'ai obtenu en chauffant, à 125°, 14gr,16 de triiodophénol avec de l'anhydride acétique. Le rendement est théorique. Il cristallise dans la

benzine en aiguilles ou en prismes tricliniques volumineux fusibles à 156°. Composition : $C^8H^5O^2I^3$. Il est soluble dans les dissolvants organiques.

» 2. *Éther benzoïque*, $C^6H^5 - CO^2 - C^6H^2I^3$ 1.2.4.6. — Il a été obtenu et purifié comme l'éther benzoïque du diiodophénol, en élevant la température vers 170°. Sa solution benzénique a donné des prismes incolores très gros et fusibles à 137°. Composition : $C^{13}H^7O^2I^3$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des bases pyridiques sur les benzoquinones tétrahalogénées*. Note de M. **Henri Imbert**, présentée par M. A. Haller.

« *Chloranile et pyridine*. — Dans 350^{cc} d'éther acétique placé dans un ballon avec réfrigérant à reflux et porté à l'ébullition, on ajoute 12^{gr},3 $\left(\frac{\text{mol.}}{20}\right)$ de chloranile.

» Au moment où l'ébullition se produit, on additionne de 13^{gr} $\left(\frac{3,5\ \text{mol.}}{20}\right)$ de pyridine. Le liquide prend une coloration rouge, puis se trouble. A ce moment on ajoute 4^{cc} d'acide acétique de 1,050 de densité. Après lavage à l'eau, on obtient un corps rouge qui, desséché à 105°, puis soumis à l'analyse, a donné

Carbone	48,68 pour 100
Hydrogène	1,97 »
Chlore	26,06 »
Azote	5,39 »

» On peut expliquer ces chiffres en supposant qu'il y aurait eu oxydation du noyau pyridique durant la réaction, et que le dérivé serait

$$HO - C^5H^2Az = C^6Cl^2O^2.$$

» Les nombreux résultats analytiques obtenus correspondent assez bien avec cette formule.

» L'oxydation peut se concevoir facilement par suite des propriétés des quinones. Meister, Lucius et Bruning (*Ber.*, t. XVIII, p. 212 et 2100) ont mis à profit la propriété oxydante du chloranile pour oxyder la diméthylaniline en hexaméthyl-*p*-rosaniline.

» Toutefois, l'ammoniaque réagit sur le chloranile en solution aqueuse. Il se forme le sel ammoniacal de l'acide chloranilamique $C^6Cl^2O^2\left\langle\begin{matrix}AzH^2\\ OAzH^4\end{matrix}\right.$.

Il n'est donc pas impossible que la pyridine agisse d'une façon analogue et que la constitution du corps formé corresponde à celle de cet acide. La

composition centésimale du dérivé $C^5H^2Az - C^6Cl^2O^2 - OH$ correspondrait mieux encore que la précédente avec les résultats analytiques :

Carbone	48,88	pour 100
Hydrogène	1,85	»
Chlore	26,29	»
Azote	5,18	»

» Je crois pouvoir arriver à démontrer plus tard que cette dernière formule est la seule acceptable. J'indiquerai aussi ultérieurement que la fonction quinonique persiste dans la molécule. D'après cette dernière hypothèse, c'est la pyridylmonoxydichloroquinone qui s'est produite.

» Cette quinone se dissout peu dans l'eau froide, qu'elle colore à peine en jaune; plus facilement dans l'eau bouillante, d'où elle recristallise par refroidissement. Elle se conduit d'une façon analogue vis-à-vis des dissolvants neutres, tels que l'éther, l'alcool, la benzine.

» Les solutions alcalines de potasse ou de soude la dissolvent beaucoup plus facilement; la coloration du liquide est alors à peine jaune-paille. L'addition ménagée d'un acide précipite le corps non altéré. Par ébullition, la solution aqueuse devient rouge vineux. L'addition d'un acide détermine la précipitation d'un nouveau dérivé rouge, produit de déchloruration du précédent.

» En présence d'une solution alcoolique de ces bases, le corps se dissout également. Le liquide prend une coloration jaune verdâtre; l'ébullition y détermine la formation d'un précipité cristallin.

» L'ammoniaque aqueuse ou alcoolique est sans action sur cette quinone.

» Toutes ces réactions mettent en évidence l'existence d'une fonction phénolique faible.

» La quinone primitive se dissout également bien dans les acides concentrés, tels que l'acide chlorhydrique, par suite de la fonction basique du noyau pyridique. La solution chlorhydrique, portée à l'ébullition, abandonne le corps primitif inaltéré, qui se précipite aussi par addition d'eau.

» Une dissolution aqueuse et chaude du corps ne donne aucune coloration particulière avec le perchlorure de fer. Cette réaction négative a quelque importance, ainsi que je l'indiquerai plus tard.

» *Picolines et chloranile.* — Des trois picolines α, β, γ, je n'ai essayé que les deux premières :

» *Picoline-α.* — L'opération conduite avec cette base comme avec la pyridine ne donne aucun résultat. Cette 2'-méthylpyridine ne réagit pas sur le chloranile en solution dans l'acide acétique. L'éther se colore à peine

en rouge et par refroidissement la tétrachloroquinone recristallise à peu près en totalité.

» *Picoline*-β. — L'action de cette 3'-méthylpyridine sur le chloranile a été étudiée de la même manière.

» On obtient une masse d'un brun rouge plus foncé que le dérivé pyridique, formé de longues aiguilles microscopiques, et dont l'analyse correspond à l'une des formules

$$CH^3 - C^5H^3Az - C^6Cl^2O^2 - OH \ (PM = 284)$$

ou

$$\begin{matrix} CH^3 \\ HO \end{matrix} \!\! > C^5H^2 - Az = C^6Cl^2O^2 \ (PM = 282).$$

» Le corps est moins soluble dans l'eau froide que le dérivé pyridique; il lui communique cependant encore une légère coloration jaune et se dissout mieux à chaud.

» Les bases alcalines, soit en solution aqueuse, soit en solution alcoolique, le dissolvent avec facilité.

» Il se dissout également bien dans les acides chlorhydrique et sulfurique concentrés. Les agents de réduction le décolorent. Le perchlorure de fer ne donne aucune coloration avec une solution aqueuse du corps.

» *Quinoléine et chloranile*. — La quinoléine n'agit pas plus en solution dans l'éther acétique que l'α-picoline. Ainsi, toutes les fois que l'une des positions α est occupée dans le noyau pyridique, la réaction ne peut avoir lieu.

» *Pyridine et bromanile*. — On opère de la manière suivante :

» $21^{gr},2\left(\frac{\text{mol.}}{20}\right)$ de bromanile sont mis en suspension dans 2500^{cc} à 3500^{cc} d'éther acétique dans un ballon chauffé au bain-marie avec réfrigérant à reflux. On ajoute, lorsque le liquide est à peu près en ébullition, 13^{gr} de pyridine puis 38^{cc} d'acide acétique de densité 1,050 à 22°. L'ébullition est maintenue durant plusieurs heures. Il se forme toujours dans ces conditions un liquide aqueux qui se sépare de l'éther et tapisse les parois du ballon. Après décantation de l'éther et lavage du résidu à l'eau, il reste une masse rouge, analogue à celle que laisse dans les mêmes conditions le chloranile. Au microscope on distingue de longues aiguilles rouge orangé.

» Les résultats analytiques donnés par le corps séché à 105° sont conformes à la composition centésimale des dérivés

$$C^5H^4Az - C^6Br^2O^2 - OH \ (PM = 359)$$

ou

$$HO - C^5H^2Az = C^6Br^2O^2 \ (PM = 357).$$

» Ce corps est peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante et l'alcool.

» Avec une solution aqueuse alcaline, il donne un liquide à peine coloré

en jaune qui devient rouge vif par ébullition. Il se dissout dans les alcalis en dissolution alcoolique. L'ébullition produit alors un précipité rouge.

» L'acide chlorhydrique et, d'une façon générale, les acides forts dissolvent cette quinone. Les agents de réduction la décolorent; le perchlorure de fer ne donne aucune réaction de coloration. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveaux dédoublements du c-butyrylacétylacétate de méthyle*. Note de M. **A. Bongert**, présentée par M. A. Haller.

« *Action de l'hydrazine.* — Dans une Note récente, j'ai exposé l'action de l'hydrazine sur l'*o* et le *c*-butyrylacétylacétate de méthyle : ayant eu l'occasion de recommencer la réaction sur ce dernier corps dans d'autres conditions, j'ai eu la surprise d'obtenir des résultats tout différents.

» Dans la première expérience, j'ai employé l'hydrazine à l'état d'acétate, obtenu par double décomposition entre son sulfate et l'acétate de sodium, par suite en solution très étendue; il se forme du *propylméthylpyrazolcarbonate de méthyle*

$$\begin{array}{c} \mathrm{AzH^2} \\ / \\ \mathrm{AzH^2} + \mathrm{CO} - \mathrm{CH^3} \\ | \\ \mathrm{C^3H^7} - \mathrm{CO} - \mathrm{CH} - \mathrm{CO^2CH^3} \end{array} = 2\,\mathrm{H^2O} + \begin{array}{c} \mathrm{AzH} \\ / \quad \backslash \\ \mathrm{Az} \quad \mathrm{C} - \mathrm{CH^2} \\ \| \quad\; \| \\ \mathrm{C^3H^7} - \mathrm{C} - \mathrm{C} - \mathrm{CO^2CH^3}. \end{array}$$

» Dans la seconde expérience, j'ai fait réagir l'hydrate d'hydrazine en solution aqueuse à 50 pour 100 sur le butyrylacétylacétate dissous dans l'éther. La réaction est alors très vive et le premier effet de l'hydrazine est d'agir comme base, comme le font la potasse, l'ammoniaque et la phénylhydrazine; elle dédouble l'éther en *acétylhydrazide* et en butyrylacétate de méthyle qui se condense avec une seconde molécule d'hydrazine en fournissant la *propylpyrazolone*. La réaction est exprimée par l'équation

$$\begin{array}{c} \mathrm{CO^2CH^3} \\ | \\ \mathrm{C^3H^7} - \mathrm{CO} - \mathrm{CH} \\ | \\ \mathrm{CO} - \mathrm{CH^3} \end{array} + 2\,\mathrm{Az^2H^4}$$

$$= \begin{array}{c} \mathrm{AzH} \\ / \quad \backslash \\ \mathrm{Az} \quad \mathrm{CO} \\ \| \quad\; | \\ \mathrm{C^3H^7} - \mathrm{C} - \mathrm{CH^2} \end{array} + \mathrm{CH^3} - \mathrm{CO} - \mathrm{AzH} - \mathrm{AzH^2} + \mathrm{CH^4O} + \mathrm{H^2O}.$$

» La *propylpyrazolone*, presque insoluble dans l'éther et dans l'eau, se dépose aussitôt. On l'obtient tout à fait pure par une recristallisation dans l'alcool méthylique, qui l'abandonne sous forme de cristaux blancs qui fondent en se sublimant à 196°.

» L'acétylhydrazide reste en solution dans l'eau, où elle est extrêmement soluble; on l'en extrait en l'agitant avec de l'aldéhyde benzoïque avec lequel il se condense aussitôt. Le *benzylidène acétylhydrazide* $C^6H^5 - CH = Az - AzH - CO - CH^3$ forme de belles aiguilles blanches fondant à 134°, identiques au produit obtenu par G. Schöfer et N. Schwann (*Journ. f. prakt. Ch.*, t. LI, p. 186).

» *Action de* CH^3I *sur le c-butyrylacétylacétate de méthyle sodé.* — Le dérivé sodé du *c*-butyrylacétylacétate de méthyle s'obtient aisément en ajoutant une solution de méthylate de sodium à sa solution méthylalcoolique : il forme de petits cristaux blancs fondant nettement à 142°. C'est un sel stable, qui n'est pas déliquescent et que l'eau dissout sans le décomposer à froid. Mélangé à l'iodure de méthyle, soit à sec, soit en présence d'éther anhydre, il ne donne naissance à aucune réaction. Si, au contraire, on ajoute l'iodure de méthyle au mélange de butyrylacétylacétate de méthyle et de méthylate de sodium, il se produit un échauffement et la réaction se termine d'une manière qui semble normale.

» Je comptais obtenir ainsi le *méthylbutyrylacétylacétate de méthyle* liquide, devant bouillir aux environs de 110° sous 10mm; j'ai obtenu, au contraire, un liquide incolore, d'odeur agréable, bouillant seulement à 86° sous 16mm et fournissant à l'analyse des chiffres se rapprochant plutôt de $C^8H^{14}O^3$ que de $C^{10}H^{16}O^4$, formule du méthylbutyrylacétylacétate de méthyle. Comme les compositions de ces deux corps sont fort peu différentes (moins de 1 pour 100 de différence sur le carbone et sur l'hydrogène), j'ai contrôlé mes résultats analytiques au moyen d'une opération cryoscopique dans le benzène qui a établi avec certitude la formule $C^8H^{14}O^3$. Ceci nous montre que le produit attendu a été dédoublé au moment de sa fonction, en perdant un groupe acétyle. La réaction s'est faite suivant l'équation

$$\begin{array}{l} C^3H^7 - CO - \underset{\displaystyle CO - CH^3}{\underset{|}{C}}Na - CO^2CH^3 + CH^3I + CH^4O = NaI + C^3H^7 - CO - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}H - CO^2CH^3 \\ \qquad + CH^3 - CO^2CH^3. \end{array}$$

» Le composé $C^8H^{14}O^3$ constitue, en effet, le *méthylbutyrylacétate de méthyle.* Il se combine avec la phénylhydrazine en donnant la *phénylpropylméthylpyrazolone*

$$\begin{array}{ccccc} & & AzC^6H^5 & & \\ & Az\diagup & & \diagdown CO & \\ & \| & & | & \\ C^3H^7 - & C & - & CH & - CH^3, \end{array}$$

qui bout à 200° sous 14mm et cristallise dans l'éther en cristaux blancs fondant à 78°; l'hydrate d'hydrazine le transforme en *propylméthylpyrazolone*

$$\begin{array}{ccccc} & & AzH & & \\ & Az\diagup & & \diagdown CO & \\ & \| & & | & \\ C^3H^7 - & C & - & CH & - CH^3, \end{array}$$

qui forme des aiguilles blanches fusibles à 189°.

» *Action de l'acide sulfurique concentré.* — J'ai dissous le *c*-butyrylacétylacétate de méthyle dans deux fois et demie son poids d'acide sulfurique concentré, en évitant

tout échauffement; le mélange a été ensuite abandonné pendant quinze jours. On constate que le produit a été dédoublé en acide butyrique et acétylacétate de méthyle, contrairement à ce que font les autres réactifs étudiés jusqu'ici. On retrouve, en effet, de l'éther acétoacétique et de l'*acide isodéhydracétique*, qui a été caractérisé par des analyses et son point de fusion. On sait d'ailleurs que l'éther acétylacétique est condensé par l'acide sulfurique concentré en donnant le même acide isodéhydracétique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides pyromucique et isopyromucique*. Note de M. **Chavanne**, présentée par M. Haller.

« A côté de l'acide pyromucique, Limpricht a trouvé dans les produits de la distillation sèche de l'acide mucique un nouvel acide, l'acide isopyromucique qu'il a caractérisé par la coloration verte qu'il donne avec le chlorure ferrique. Il paraît s'y trouver en quantité extrêmement minime, car des chimistes italiens, Oliveri et Peratoner, même en opérant sur des quantités considérables d'acide mucique, n'en ont pas obtenu. M. Simon en modifiant légèrement le procédé est arrivé à un mode de préparation pratique. J'ai entrepris l'étude de ses propriétés; les premiers résultats obtenus permettent de le différencier nettement et de le séparer de l'acide pyromucique.

» L'acide isopyromucique pur fond à 91°, l'acide pyromucique à 133°. Il est plus soluble dans l'eau que l'acide pyromucique; à 0°, 100^{gr} d'eau dissolvent $4^{gr},5$ du premier, $2^{gr},7$ du second. L'écart des solubilités croît quand la température s'élève. Assez soluble dans l'éther, il est très soluble dans l'alcool, l'acétone, le chloroforme.

» Dissous sans altération par les acides concentrés : sulfurique, chlorhydrique, acétique, il brunit au contraire très rapidement au contact des alcalis : potasse et soude, même en solution très étendue.

» *Sels.* — Ils donnent tous avec le chlorure ferrique la coloration verte caractéristique de l'acide. On peut en retirer l'acide par action de l'acide chlorhydrique et extraction à l'éther. Ils s'obtiennent :

» 1° *Par action sur l'hydrate métallique en solution alcoolique.* — Exemples :

» $C^5H^3O^3Na$. — Paillettes brillantes très solubles dans l'eau; la solution aqueuse est alcaline et se décompose rapidement.

» $C^5H^3O^3K$. — Paillettes brillantes, extrêmement déliquescentes. Il se décompose aussi en solution aqueuse. Il est soluble dans l'alcool et l'on doit, dans sa préparation, le précipiter de la solution alcoolique par un grand excès d'éther.

» $C^5H^3O^3(AzH^4)$. — Il est préférable de le préparer en solution éthérée, car il est soluble dans l'alcool. Il se décompose rapidement dans le vide en perdant de l'ammoniac.

» 2° *Par action sur l'hydrate métallique en solution aqueuse.* — Exemples :

» $(C^5H^3O^3)^2Ba + 5H^2O$. — Poudre cristalline un peu soluble dans l'eau. Il perd de l'eau dans le vide dès la température ordinaire. A 110° il a perdu 4 molécules d'eau, Il est impossible de faire partir la dernière sans décomposition du sel.

Pyromucate $(C^5H^3O^3)^2Ba$.

» $(C^5H^3O^3)^2Ca + 3H^2O$. — Poudre cristalline un peu soluble dans l'eau.

Pyromucate $(C^5H^3O^3)Ca$.

» 3° *Par double décomposition entre un sel alcalin de l'acide et un sel métallique.*

$(C^5H^3O^3)^2Pb$. Pyromucate $(C^5H^3O^3)^2Pb + H^2O$.

» On obtient ainsi également les sels de magnésium, de zinc, de cadmium qui sont des précipités cristallisés blancs : le sel de manganèse rose, le sel mercureux jaune, mercurique blanc.

» Si l'on mélange une dissolution concentrée d'un sel alcalin de l'acide avec une dissolution de sulfate de cuivre, la couleur bleue du sel de cuivre disparaît et, après quelques heures, il se dépose des cristaux rouges d'un sel cuivreux. L'acide pyromucique donne, au contraire, directement le sel cuivrique $(C^5H^3O^3)^2Cu + 3H^2O$.

» Le sel d'argent s'obtient aussi par double décomposition. C'est un précipité blanc soluble dans l'ammoniaque, mais qui noircit en quelques secondes. Le pyromucate d'argent, au contraire, est stable.

» *Éthérification.* — L'acide isopyromucique ne s'éthérifie pas quand on fait agir sur lui l'alcool seul ou en présence d'acide chlorhydrique sec. L'acide pyromucique s'éthérifie au contraire facilement dans ces conditions. L'insuccès de cette méthode n'apporte aucun doute sur l'existence d'une fonction acide dans la molécule. Plusieurs chimistes, V. Meyer et Sudborough entre autres, ont en effet signalé des acides à noyau benzénique ne s'éthérifiant pas par cette méthode, alors que des acides isomères ne différant que par la position du groupement acide s'éthérifient normalement.

» Cette différence d'action de l'alcool en présence d'acide chlorhydrique sur les deux acides permet de séparer complètement de l'acide isopyromucique l'acide pyromucique qui se produit en même temps dans la préparation d'une manière constante. La proportion de ce dernier dans le mélange est d'environ 10 pour 100.

» *Propriétés réductrices.* — L'acide isopyromucique est un réducteur beaucoup plus énergique que l'acide pyromucique. Comme ce dernier, il réduit à froid le permanganate de potassium. Tous deux sont oxydés d'une manière analogue par l'eau de brome; fixation de deux atomes d'oxygène sur la molécule, mise en liberté correspondante de 4 molécules d'acide bromhydrique et dégagement d'acide carbonique. Tous deux en solution aqueuse sont transformés par un excès de brome à chaud en acide monobromique (oxydation puis substitution de brome).

» Mais, de plus, l'acide isopyromucique réduit à froid les sels de cuivre en solution acide ou alcaline (Fehling), les sels d'argent en solution acide ou alcaline, l'oxyde d'argent, propriétés réductrices d'un corps aldéhydique.

» La phénylhydrazine donne avec lui un composé $C^{11}H^{10}Az^2O^2$ cristallisé en fines

aiguilles blanches fondant à 77°, assez peu solubles dans l'eau et dans l'éther, extrêmement solubles dans l'alcool et l'acétone. Il donne avec le chlorure ferrique la coloration verte caractéristique de l'acide. Ce corps me paraît être une *hydrazone* plutôt qu'une hydrazide. L'acide chlorhydrique étendu en régénère l'acide. Il faut, pour le saturer vis-à-vis de la phtaléine, la quantité de potasse qui serait nécessaire si la fonction acide était libre. Dissous dans l'acide sulfurique concentré, il ne donne pas avec le chlorure ferrique la coloration rouge violacé qui distingue les hydrazides des hydrazones.

» Dans les mêmes conditions, l'acide pyromucique donne un sel de phénylhydrazine fondant à 117°.

» Malgré ces propriétés aldéhydiques, l'acide isopyromucique n'agit pas sur le réactif de Schiff.

» En somme, rien ne permet de dire jusqu'ici qu'il n'appartient pas au groupe du furfurane.

» Je me propose de continuer cette étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des orthoxylènes dichlorés.* Note de M. L. **Ferrand**, présentée par M. A. Haller.

« Par action du chlore sur l'orthoxylène en présence de l'iode, Claus et Kantz [1] affirment n'avoir obtenu, à côté d'un peu d'orthoxylènes mono et trichloré, que de l'orthoxylène 4-5 dichloré, sous la forme d'un liquide bouillant à 227°. Ce liquide oxydé par l'acide azotique étendu donne un acide qui est bien l'acide 4-5 dichlorophtalique, car distillé avec de la chaux sodée il donne de l'orthodichlorobenzène fusible à 183°. D'autre part, Koch [2] essorant à froid l'orthoxylène dichloré de Claus solidifié par refroidissement à 0°, obtient, à côté de la combinaison liquide, une certaine quantité d'un isomère solide fusible à 73° et dont cependant il ne donne pas la constitution.

» Dans ces conditions, il y avait lieu de reprendre ces travaux et de déterminer, le cas échéant, la constitution de l'isomère de Koch. Il faut remarquer, du reste, que par la même méthode on obtient deux isomères du métaxylène dichloré, l'un liquide (point d'ébullition, 221°) et l'autre solide (point de fusion, 68°).

» Ce sont les premiers résultats de ces recherches qui font l'objet de la

(1) Claus, *D. ch. G.*, t. XVIII, p. 1367. — *J. prakt. Ch.*, t. XLIII, p. 253.
(2) Koch, *D. ch. G.*, t. XXIII, p. 2321.

présente Note. L'orthoxylène dont je me suis servi contenait environ 10 pour 100 de métaxylène.

» Si l'on fait passer dans de l'orthoxylène refroidi par un courant d'eau froide et additionné de 1 pour 100 d'iode un courant de chlore sec de manière à fixer deux atomes d'halogène seulement, on obtient un liquide bouillant de 220° à 240°. Si l'on alterne alors les rectifications avec des cristallisations par refroidissement à 0° suivies d'une essoration, on sépare :

» 1° Une combinaison $C^8H^8Cl^2$ solide qui, recristallisée dans l'alcool, se présente sous la forme de lames mal définies, transparentes, blanches, fondant de 68°,5 à 72°;

» 2° Un liquide bouillant de 226° à 228°;

» 3° Un liquide bouillant de 229°,5 à 231°,5.

» Pour établir la constitution de ces combinaisons on les oxyde en chauffant à 200° en tube scellé un mélange de 2gr de xylène chloré et de 14gr d'acide azotique ($D = 1,13$). On obtient ainsi dans les trois cas un amas de lamelles blanches peu solubles dans l'eau, qu'on essore, et une solution qui cristallise par concentration. On purifie ces acides en formant le sel de sodium qu'on reprécipite par l'acide chlorhydrique.

» *Produit d'oxydation de* $C^8H^8Cl^2$ *solide.* — Les lamelles blanches peu solubles dans l'eau se subliment au-dessus de 250° et donnent un produit identique à la combinaison originelle. Il n'a pas été possible de prendre leur point de fusion.

» Chauffées vingt-quatre heures à 160°, elles perdent deux molécules d'eau et donnent lieu à une légère sublimation. Le produit sublimé fond à 181°, c'est un anhydride $C^6H^2Cl^2\left\langle\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\right\rangle O$, il ne fait en effet pas effervescence avec les carbonates, mais se dissout dans les alcalis.

» Le résidu de la sublimation est un acide, il fait effervescence avec les carbonates et se comporte comme le produit original.

» Ces lamelles traitées par le chlorure d'acétyle ne donnent pas lieu à une formation très notable d'anhydride. Elles sont donc en majeure partie formées par de l'acide métadichlorophtalique. Très solubles dans l'alcool méthylique absolu, elles donnent par éthérification un éther neutre en aiguilles blanches fusibles à 132°.

» Le produit de la concentration des eaux mères, séché sur porcelaine, donne une poudre blanche plus soluble dans l'eau que la combinaison précédente, se sublimant à 160° en aiguilles blanches fusibles à 183°, en laissant un résidu qui se comporte comme l'acide méta précédent. Traitée par le chlorure d'acétyle, cette poudre donne un anhydride qui, purifié par sublimation, fond à 185°-186° (points de fusion : de l'anhydride 4-5 de Claus, 143°; de l'anhydride 3-6, 191°), et un acide méta identique au précédent. L'éther méthylique préparé avec l'anhydride est incristallisable. La phtalimide fond à 219°, la phénylimide à 209° et l'acide anthranilique à 183°. Ce n'est donc pas l'acide 3-6, dont la phénylimide fond à 191°, la phtalimide à 242° et l'acide anthranilique à 142°. Ce n'est pas non plus l'acide 4-5, dont l'anhydride fond à 143°; ce serait donc l'acide 3-4.

» Le xylène dichloré solide est donc un mélange de métaxylène dichloré et d'orthoxylène 3-4 dichloré.

» *Produit d'oxydation du liquide bouillant à* 226°-228°. — On obtient de même

de l'acide méta en très petite quantité et un acide ortho dont l'anhydride préparé par le chlorure d'acétyle fond de 145° à 180°. Celle-ci donne une phénylimide qui, purifiée par cristallisations fractionnées, fond à 190°,5, et une phtalimide qui, purifiée de même, donne deux produits, l'un fondant à 190°, l'autre à 250°. Je ne les ai cependant pas obtenus en quantité suffisante pour les analyser.

» Ce liquide bouillant à 226°-228° donnerait donc un mélange d'acide méta et des acides ortho 4-5 et 3-6 dichlorés.

» *Produit d'oxydation du liquide bouillant à* 229°,5-231°,5. — Le résultat est le même que pour le liquide précédent. Si, dans la sublimation de l'anhydride, on recueille séparément les premières et les dernières aiguilles sublimées, les premières fondent à 145° et les dernières vers 187°. La préparation des phénylimide et phtalimide donnent les mêmes résultats.

» Il résulte de ceci que, dans l'action du chlore en présence de l'iode sur l'orthoxylène, il se forme les trois dérivés chlorés possibles, et non pas un seul, comme Claus l'affirme. Je continue l'étude de ces combinaisons. »

ZOOLOGIE. — *Précautions à prendre dans l'étude de la parthénogenèse des Oursins*. Note de M. C. Viguier.

« Le physiologiste américain Lœb a observé chez des *Arbacia* et des *Toxopneustes* américains des larves produites *sans fécondation* et qu'il a d'abord attribuées à une fécondation ou à une parthénogenèse expérimentale *chimique*. Plus tard, se ralliant à l'idée émise par Bataillon, il considéra le phénomène comme produit par une *action osmotique*. Depuis que j'ai écrit mon Mémoire *Fécondation chimique ou Parthénogenèse?* encore sous presse, Bataillon a publié, dans les *Archiv f. Entw. Mech.* du 18 janvier 1901, un Travail et dans les *Comptes rendus* du 1er avril 1901 une Note qui laissent peu de doutes sur l'action *tératogénique* des variations de la pression osmotique. Mais le rôle de cette dernière est beaucoup moins net dans l'ontogenèse normale; et les observations de Mme Rondeau-Luzeau (*Comptes rendus,* 22 avril 1901) ne semblent pas en faveur de cette hypothèse. Du reste Lœb a depuis abandonné ces théories (*Am. J. of Phys.*, Jan. 1901) en faveur d'une *action catalytique,* qui n'est autre chose que le *stimulus* dont parlait Morgan, ou la théorie, encore plus vague s'il est possible, dont je parle page 124 de mon Mémoire.

» Je n'ai pas à discuter ici ces opinions successives, exposées dans mon travail; mais Lœb a édicté solennellement (*Science,* 20 avril 1900) des règles, indispensables suivant lui, pour traiter les animaux en expérience.

» De ce que je n'ai pas suivi ces règles, que j'ignorais en mai 1900, il conclut (*loc. cit.*) que mes observations sont sans valeur; et, parce qu'il

n'a pas observé la parthénogenèse *naturelle* de ses Oursins, il conclut également qu'elle n'existe pas chez les miens. Henneguy en essayant, du reste sans succès, de provoquer la parthénogenèse expérimentale à l'aide de solutions salines sur des œufs d'Amphibiens (*Comptes rendus, Soc. de Biol.*, 3 avril 1901), cite comme s'étant occupés de celle des œufs d'Oursins, Morgan, Lœb et Giard. Or Giard n'a obtenu que le stade à 16 blastomères, et Henneguy n'a pu connaître cette observation que par la Note où Giard critique celles où je parlais de mes plutei. N'insistons pas. Quant à Bergh (*Zool. Centralblatt*, 9 avril 1901), il se borne à répéter les critiques de Lœb.

» Il était urgent, pour remettre les choses au point, de savoir ce que donneraient à Alger les procédés de Lœb.

» Le traitement par l'eau douce recommandé (*loc. cit.*) me semblait bizarre, aussi bizarre mais moins innocent que la précaution critiquée p. 97 de mon Mémoire. Mais, sur ce point encore, je ne pouvais rien dire avant d'avoir expérimenté.

» La saison venue, j'ai constaté que, si les *Toxopneustes* peuvent subir ce traitement, avec le résultat qu'on va voir, nos *Arbacia* ne le peuvent absolument pas.

» Je lavais mes Oursins sous un jet d'eau de mer stérilisée au filtre Pasteur que Lœb déclare suffisant, après avoir coupé les piquants un peu plus courts que la brosse avec laquelle je les frottais rapidement. Tandis que, chez les *Sphærechinus* et les *Toxopneustes*, il fallait procéder à l'ablation des ovaires, c'était au moins inutile pour les *Arbacia*, qui commencent à pondre dès qu'on les frotte trop longtemps, ou qu'on pique leur membrane buccale (voir p. 98 de mon Mémoire).

» Ce que je pensais s'est produit chez eux; dès qu'ils ont senti l'eau douce, les sujets mûrs ont évacué leurs œufs. J'ai donc été forcé, pour étudier l'action de l'eau douce, de recueillir les œufs dans de l'eau de mer stérilisée, d'où l'on en reprenait une partie pour la soumettre deux ou cinq minutes à l'action de l'eau douce; et, pour avoir des résultats comparables, j'ai agi de même pour les *Toxopneustes*.

» Les œufs de ceux-ci, faiblement teintés, ne paraissaient pas altérés; et si je n'ai jamais observé de parthénogenèse sur des œufs ainsi traités, du moins la fécondation était possible, des œufs ayant séjourné deux et cinq minutes en eau douce, que les ♂ n'aient été traités qu'à l'eau de mer, ou bien, eux aussi, deux ou cinq minutes par l'eau douce.

» La vitalité des larves semblait la même dans la dernière culture (de 19 ♀) instituée le 31 mai par une température de 19°,5, et l'état de pluteus était atteint en quarante-huit heures. Mais les cultures du 29 avril au 17 mai

(comprenant 57 ♀ réparties en cinq cultures) par une température de 16° à 17° n'ont donné de plutei que pour les sujets où ni les ♀ ni les ♂ n'avaient été en contact de l'eau douce. Les autres s'arrêtaient, comme les parthénogénétiques, au stade de l'invagination gastrulaire et semblaient d'autant plus attardés, autant qu'on en peut juger dans des cultures complexes, que l'action de l'eau douce avait été plus prolongée.

» Avec les *Arbacia,* plus de doute. Ici, les œufs sont teintés au rouge sombre; et, à peine mis dans l'eau douce, il abandonnent une substance jaune, surtout si l'on emploie l'eau distillée. Remis dans l'eau de mer, les œufs de deux minutes la colorent en jaune sale, et ceux de cinq minutes en rouge sombre. Il y a une plasmolyse se traduisant par des extraovats, mais surtout par la décoloration de l'œuf.

» J'ai pensé que le passage dans un liquide fortement hypertonique comme $MgCl^2 \frac{20}{8} n$ étendu de moitié d'eau de mer pourrait contre-balancer l'action plasmolysante de ces milieux hypotoniques, et que là se trouvait peut-être la clef des différences entre les résultats de Lœb et les miens de 1900. Je n'avais, en effet, employé, l'an dernier, cette solution que sur les *Sphærechinus* et les *Toxopneustes.* Le Mémoire de Lœb qui m'apprit que cet auteur s'occupait des *Arbacia* portait par erreur, je l'ai su depuis, $MgCl^2 \frac{10}{8} n$; étendue de moitié d'eau de mer, cette solution, bien qu'encore hypertonique, n'altère pas les œufs d'une façon immédiate et visible; et bien que j'aie signalé son action nocive, elle permet la fécondation et même la parthénogenèse *si elle doit se produire.* La solution forte agit tout autrement. J'ai déjà signalé, en 1900, qu'elle stérilisait absolument les œufs du *Tox.* et du *Sphær.* Sur les œufs de l'*Arbacia* l'action est immédiatement visible. Le liquide se teinte en rouge-cerise foncé, et les œufs finissent par tomber au fond décolorés et racornis. Même ceux sortant de l'eau douce subissent la même action, et l'altération est plus forte pour ceux ayant passé cinq minutes dans l'eau douce.

» Laissons donc $MgCl^2$ et revenons à l'action de l'eau douce. Il a été traité ainsi 50 ♀ pendant deux minutes, et 55 pendant cinq minutes (les deux premières cultures ayant été faites avec des animaux simplement immergés, procédé que l'on est obligé d'employer aussi pour les ♂). Là encore, jamais de parthénogenèse, mais jamais non plus d'œufs se développant après avoir été soumis à l'action de l'eau douce, à nu, ou à l'immersion simple, cinq minutes. Les œufs provenant de ♀ simplement immergées intactes en eau douce pendant deux minutes, et immédiatement reprises à l'eau de mer, ont donné des larves toutes monstrueuses, s'aplatissant en disque à partir du stade blastula pour la plupart, ou formant des plutei irréguliers. Les ♂ immergés intacts sont capables de donner des larves régulières, avec des œufs à l'eau de mer, immédiatement après le traitement de deux ou de cinq minutes. Mais quand la température permet de conserver tout cela vingt-quatre heures, on constate que les œufs sont seulement fécondés (et donnent des larves) avec les ♂ à l'eau de mer, les autres, même ceux de deux minutes, restant inactifs.

» Les *Arbacia* sont donc beaucoup plus sensibles que les *Toxopneustes;* et tout naturaliste qui passera quelques heures à Alger, au mois de mai, pourra se convaincre de ce que j'avance, quoique je ne puisse garantir qu'il observe la parthénogenèse naturelle.

» Que conclure?

» Le raisonnement de Lœb est fort simple : Je n'ai pas observé la parthénogenèse naturelle des *Toxopneustes* et des *Arbacia* américains, *donc* Viguier n'a pu l'oberver sur ceux de la côte d'Algérie.

» Je pourrais répondre : Les procédés de Lœb sont ou nuisibles ou tout à fait inapplicables à Alger, *donc* il n'a pu les employer en Amérique.

» Ce serait aussi peu courtois que peu scientifique, et je m'en tiens à ma conclusion première : *nos types réagissent différemment*. Mais alors, si les conclusions de Lœb ne sont pas valables pour toutes les espèces des genres mêmes qu'il étudia, on peut le trouver bien peu fondé à appliquer aux Mammifères un raisonnement qui repose sur une base aussi fragile. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Germination des spores de* Penicillium *dans l'air humide*. Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les conditions extrinsèques nécessaires et suffisantes à la germination des spores du *Penicillium glaucum* sont la chaleur, l'oxygène et l'eau ([1]).

» Ces conditions admettant une question de quantité, je me propose de rechercher, en particulier, la quantité de vapeur d'eau nécessaire et suffisante pour qu'une spore germe quand elle est placée dans l'air humide.

» Mais remarquons d'abord que nous avons deux sortes de valeurs pour apprécier cette quantité : 1° le poids de vapeur par unité de volume d'air, ou encore la tension de cette vapeur, qui se relient simplement l'un à l'autre; 2° l'état hygrométrique. La première donne une quantité absolue; la seconde, une quantité relative. Laquelle devrons-nous choisir?

» J'ai déjà montré, par plusieurs séries d'expériences, que la germination dépend moins de la quantité absolue de vapeur d'eau que de l'état hygrométrique.

» Dans une première série, j'ai fait ressortir que la germination ne se produit plus

([1]) P. Lesage, *Recherches expérimentales sur la germination des spores du* Penicillium glaucum (*Ann. des Sc. nat. : Botanique,* 8e série, t. I, p. 309-322; 1895).

au-dessous d'un certain état hygrométrique qui oscille entre 0,84 et 0,82, en plaçant les spores dans des atmosphères limitées reposant sur des solutions différemment concentrées de NaCl.

» Dans une seconde série, j'ai constaté que, dans des atmosphères limitées contenant le même poids de vapeur d'eau non saturante par unité de volume et placées à des températures différentes, les spores ne germent qu'aux températures les plus basses, c'est-à-dire dans l'air où l'état hygrométrique de ces spores est le plus rapproché de 1, l'action propre de la chaleur étant éliminée par le choix des températures [1].

» Dans une nouvelle série d'expériences, j'ai fait passer un courant d'air humide à l'intérieur d'un long tube sur le parcours duquel j'avais placé des cultures à des températures maintenues rapprochées, mais différentes, à l'aide de réfrigérants ou d'étuves. Là, encore, la germination ne se fait que dans les cultures où l'état hygrométrique se rapproche de 1, abstraction faite de la valeur absolue de la tension de la vapeur d'eau que l'on peut régler et mesurer dans le courant d'air.

» D'après ces expériences, la mesure à choisir est donc celle de l'état hygrométrique $\frac{f}{F}$ de l'air qui entoure les spores, et, pour que la germination se produise, il faut que cet état hygrométrique soit supérieur à 0,82. Les limites sont $\frac{f}{F} = 0,82$, $\frac{f}{F} = 1$.

» Cette quantité relative donne-t-elle rigoureusement la limite inférieure de germination? Rien ne me permet de l'affirmer dans l'état actuel de mes recherches, et je serais porté croire à qu'une autre quantité relative serait plus rigoureuse encore; mais elle tient compte des propriétés de la spore. Je veux parler de $\frac{f}{F'}$, F′ représentant la tension de vapeur d'eau à la surface de la spore immédiatement avant la germination, cette tension se régissant par des lois comparables à celles qui sont applicables à la tension de la vapeur d'eau au-dessus des solutions salines.

» D'après cette définition, F′ est plus petite que F, théoriquement. En fait, les expériences précédentes tendent à le démontrer encore. En effet, la germination exige que de l'eau pénètre dans la spore; or, la pénétration de la vapeur d'eau dans la cellule ne peut se faire que si la tension extérieure f est plus grande que la tension intérieure appliquée à la surface F′; pour que cette germination se produise, il faut donc que f soit plus grande que F′. Comme, d'autre part, nous avons vu que la germination se fait déjà

---

(1) P. Lesage, *Rapports entre la germination des spores de Champignons et l'humidité de l'air* (*Comptes rendus des séances de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de Nantes; 1898).

au voisinage de l'état hygrométrique $0,84 < 1$, c'est-à-dire dans des conditions où f est plus petit que F, il faut que $F' < f$ soit plus petit que F.

» Dans cette manière de voir, l'entrée de la vapeur d'eau dans la spore, c'est-à-dire la germination, serait réglée par $\frac{f}{F'} > 1$; la limite inférieure serait donnée par $\frac{f}{F'} = 1$ ou encore par $f = F'$ et la limite supérieure par

$$\frac{f}{F'} = \frac{F}{F'} > 1.$$

» Cette conception n'est pas en contradiction avec les expériences que j'ai citées; il suffit, pour s'en rendre compte, de les interpréter en y introduisant F'. Elle ne contredit pas non plus cette notion que la germination dépend moins de la quantité absolue de vapeur d'eau par unité de volume que de l'état hygrométrique; elle ne fait que la préciser davantage, car nous ne savons pas quelle relation, dans le cas de la spore, relie F' à F, bien que nous soyons amenés à la rapprocher de la relation qui est connue dans le cas des solutions salines.

» Enfin, il est possible de mesurer F', à différentes températures, par $f = F'$, en recherchant les limites inférieures de germination, par la première et la troisième des méthodes que j'ai indiquées dans mes expériences.

» Comme F' ou plutôt $\frac{F - F'}{F}$ est facteur de la pression osmotique dans les solutions salines, comme F' peut être utilisé d'une manière plus générale qu'ici, je me propose de revenir sur ce sujet. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Formation de nappes de glace, en été, dans les volcans d'Auvergne.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Michel Lévy.

« Tyndall disait que, pour produire du froid, il faut souvent beaucoup de chaleur. Je voudrais démontrer que, par des températures que l'on peut qualifier de torrides pour nos pays, alors que le thermomètre marque 55°C. au soleil et 34° à l'ombre, ainsi que je l'ai constaté plusieurs fois pendant le mois de juin dernier, il se forme de la glace en assez grande abondance dans certaines régions géologiques déterminées, telles que les coulées de lave des volcans de la chaîne des Puys.

» Ce phénomène des plus curieux est d'ordre physique et géologique, et il n'a lieu que lorsqu'il fait très chaud, ce qui paraît, de prime abord, paradoxal. On peut, il me semble, l'expliquer de la façon suivante. Il faut savoir, d'abord, que les coulées des matières fondues issues de la chaîne des Puys se sont épanchées dans des dépressions, fréquemment dans des vallées (parcourues par des rivières), qu'elles ont comblées en partie ou totalement. Après ce remplissage, l'eau continua à suivre le trajet primitif, mais il fut souterrain, au lieu d'être aérien. A l'extrémité des coulées, on voit, en effet, reparaître les ruisseaux qui donnent naissance à des sources très limpides et remarquablement fraîches en été.

» Les substances fondues émises par les volcans sont fréquemment remplies de vacuoles et poreuses, notamment les andésites et les labradorites. Cette propriété qui les rend plus légères et plus résistantes les fait employer dans la construction.

» Les coulées, souvent entremêlées de scories, qui reposent sur le sol, où l'eau ruisselle, ou bien baignent par leur partie inférieure dans l'eau de la rivière sous-lavique, doivent facilement s'imbiber de liquide, en raison de leur porosité et des nombreuses fissures qui les traversent. Si, sous l'influence de la chaleur solaire, leur température extérieure s'élève, il se produira, aux points où la coulée est moins épaisse, une véritable circulation d'eau, de la profondeur à la surface de la lave, où elle s'évaporera. L'évaporation produira un refroidissement qui pourra être assez considérable pour amener l'eau à sa congélation.

» Si les choses se passent bien ainsi, il n'y aura production de glace que lorsque l'évaporation sera très active, c'est-à-dire lorsque la température extérieure sera très élevée.

» Par suite, c'est durant les journées les plus chaudes que la glace se formera en abondance, et il ne devra pas s'en former en hiver par ce procédé. C'est ce que l'on peut constater en maints endroits aux environs de Pontgibaud, Chambois, Bannière, dans la grande coulée de labradorite du volcan de Côme, véritable désert de pierre, le plus sauvage et le plus difficile à explorer de l'Auvergne. La coulée (*cheire*) est semée de cavités rappelant de petits cratères en miniature, largement ouverts vers le haut, rétrécis à leur base, qui n'est distante que de 3^m à 5^m de la surface extérieure. C'est au fond de ces sortes d'entonnoirs, assez rapprochés du sol granitique sur lequel l'eau circule, que l'on trouve de la glace, en abondance notable, durant l'été.

» Un seul de ces points est connu de quelques rares habitants des envi-

rons de Pontgibaud sous le nom de *Trou de la glace*. Lecoq l'avait signalé dans ses *Époques géologiques*, mais sans expliquer le phénomène d'une façon scientifique.

» La production de glace, dans les mêmes conditions, n'est pas spéciale à la coulée de lave du volcan de Côme.

» Il existe des points identiques dans les magnifiques cheires basaltiques d'Aydat, également très scoriacées, sorties des volcans égueulés de La Vache et de Lassolas.

» Il est probable qu'une exploration minutieuse permettra d'en trouver d'autres et d'étudier le phénomène en détail. »

HISTOLOGIE. — *La cirrhose atrophique du foie dans la distomatose des Bovidés*. Note de MM. **Cornil** et **G. Petit**, présentée par M. Joannes Chatin.

« Les Distomes (*D. hepaticum* et *D. lanceolatum*), si communs et si nombreux dans les voies biliaires des Bovidés, déterminent souvent une cirrhose du foie qui conduit à une atrophie fibreuse de cet organe. Les bords de la glande, en particulier, sont amincis et réduits à une lame fibreuse de 1^{cm} à $1^{cm},5$ d'épaisseur, dans laquelle les cellules hépatiques ont complètement disparu, tandis que les vaisseaux sanguins et les voies biliaires sont profondément modifiés, les canaux biliaires visibles à l'œil nu, très épaissis, présentant même parfois une incrustation calcaire complète.

» Les lobules hépatiques des Bovidés, à l'état normal, sont simplement séparés les uns des autres par les sinus portaux contenant, au milieu d'une faible quantité de tissu conjonctif, les branches de la veine porte et de l'artère hépatique et les conduits biliaires interlobulaires. Ce lobule lui-même montre au centre la veine centrale, les travées rayonnées des cellules hépatiques, ses vaisseaux capillaires établissant la circulation sanguine entre la veine porte et la veine sus-hépatique et ses voies biliaires intralobulaires.

» Sous l'influence de la distomatose, c'est-à-dire du remplissage de tous les canaux biliaires interlobulaires par les distomes à tous leurs degrés de développement, depuis les œufs innombrables jusqu'aux animaux adultes, ces canaux dilatés et enflammés sont le point de départ, autour d'eux, d'un œdème inflammatoire portant sur le tissu cellulaire des espaces portes et d'une formation nouvelle de ce tissu qui entoure d'abord le lobule

hépatique. Ce tissu conjonctif présente, comme cela a toujours lieu dans les cirrhoses, un réseau extrêmement riche de néocanalicules biliaires.

» Bientôt le lobule, envahi d'abord à sa périphérie seulement, est dissocié lui-même par la pénétration de travées conjonctives unissant le tissu conjonctif périportal avec celui qui entoure la veine centrale et les veines sus-hépatiques.

» Le lobule primitif est ainsi segmenté en petits amas arrondis de cellules hépatiques disposées sans ordre et entourés de larges bandes de tissu fibreux parcouru par un réseau de néocanalicules biliaires.

» Cette phase de la cirrhose bovine représente le type de lésion le plus accentué que l'on constate dans la cirrhose humaine.

» Mais là ne se bornent pas les altérations que nous avons constatées. Dans les parties du foie les plus lésées, dans de grands espaces aux bords de l'organe surtout, on ne trouve plus trace des cellules hépatiques. Il n'y a plus que du tissu conjonctif adulte, fibrillaire, contenant des cellules conjonctives plates, amincies, à petit noyau, au milieu duquel existent des vaisseaux sanguins épaissis et des canalicules biliaires.

» Les veines et les artérioles, celles-ci moins nombreuses, sont toutes atteintes d'une endo et d'une périvascularite chronique des plus intenses, l'endophlébite aboutissant souvent à une oblitération fibreuse complète et définitive de la lumière du vaisseau. Dans la tunique adventice de ces vaisseaux, souvent même dans leur tunique moyenne très épaissie, on voit une quantité considérable de cellules granuleuses de Ehrlich mises en évidence par la thionine qui colore en rouge les granulations qui forment leur protoplasma. Ces mêmes éléments sont très nombreux dans le tissu conjonctif voisin.

» Dans tout ce tissu conjonctif, il existe un très riche réseau de néocanalicules biliaires le plus souvent minces, parfois assez gros et variqueux.

» Les canaux biliaires préexistants, visibles ou non à l'œil nu, contiennent de nombreux œufs ou des débris des distomes adultes. Leur surface interne est végétante, avec de nombreux plis villeux couverts de cellules cylindriques muqueuses; le chorion muqueux est très enflammé, infiltré de leucocytes mono et polynucléés; quelques-uns présentent dans leur paroi épaisse et dans leur contenu une infiltration calcaire. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Action des courants de haute fréquence et de haute tension sur la sécrétion urinaire*. Note de MM. **Denoyés, Martre** et **Rouvière**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans l'étude que nous avons entreprise de l'influence de l'*autoconduction* sur la sécrétion urinaire, nous avons essayé de compléter par la recherche de la toxicité urinaire les indications fournies par l'analyse chimique. Les épreuves comparatives dont nous communiquons les résultats ont été effectuées dans les conditions d'expérience que nous avons indiquées dans une Note présentée à l'Académie dans la séance du 1er juillet.

» Nous avons adopté la méthode des injections intraveineuses et un appareil qui nous permettait d'obtenir une vitesse sensiblement constante.

Sujet A. — Age : 25 ans. — Taille : 1m,66.

Première période : *Toxicité urinaire avant le traitement.*

(Réaction de l'urine toujours acide.)

Nos d'ordre des épreuves.	Volume des urines par 24 heures, cc.	Densité.	Point de congélation Δ.	Poids de Na Cl pour 100.	Urotoxie.	Nombre d'urotoxies par 24 heures.	Nombre de molécules élab. moy. nécessaires pour tuer 1kg d'animal.	Coefficient urotoxique.	Poids du sujet en expérience.	
			o						kg	
1........	1850	1,017	»	0,64	79,4	23,3	»	0,401	58,100	La cryoscopie n'a pas été faite.
2........	1320	1,022	—1,55	0,82	55	23,9	5775	0,412	57,900	
3........	1320	1,023	—1.65	0,82	»	»	»	»	57,800	La toxicité n'a pas été déterminée.
4........	1600	1,017	—1,31	5,66	75,4	21,2	6861	0,364	58,100	
5........	1550	1,020	—1,38	0,80	66,6	23,2	5994	0,398	58,200	
6........	1450	1,020	—1,34	0,82	66,4	21,8	5577	0,375	58,000	
Moyennes.	1515				68,5	22,6	6051	0,390	58,016	
				Deuxième période : *Toxicité urinaire pendant le traitement par l'autoconduction.*						
7........	1400	1,022	—1,54	0,82	60,8	23	6323	0,395	58,200	6 min. de traitt.
8........	1730	1,019	—1,34	0,76	54,5	31,7	4796	0,547	57,900	14 »
9........	1835	1,017	—1,21	0,57	45,3	40,4	3941	0,698	57,800	10 »
10........	1620	1,020	—1,44	0,90	40,8	39,6	3672	0,683	57,900	15 »
11........	1685	1,019	—1,27	0,81	44,7	37,6	3486	0,647	58,100	25 »
Moyennes.	1654				49,2	34,1	4443	0,594	57,980	
				Troisième période : *Toxicité urinaire après la cessation du traitement.*						
12........	1615	1,019	—1,38	0,73	53,8	30	4626	0,515	58,200	
13........	1635	1,019	—1,35	0,79	59,2	27,5	5150	0,471	58,300	
14........	1570	1,020	—1,40	0,82	57,3	27,4	5157	0,471	58,100	
Moyennes.	1606				57,7	28,3	4974	0,485	58,200	

SUJET B. — Age : 24 ans. — Taille : 1m,61.

Première période : *Toxicité urinaire avant le traitement.*

(Réaction de l'urine toujours acide.)

Nos d'ordre des épreuves.	Volume des urines par 24 heures, cc.	Densité.	Point de congélation Δ.	Poids de Na Cl pour 100.	Urotoxie.	Nombre d'urotoxies par 24 heures.	Nombre de molécules élab. moy., nécessaires pour tuer 1kg d'animal.	Coefficient urotoxique.	Poids du sujet en expérience. kg	
1........	1260	1,023	—1°,58	1,01	60,2	20,9	5839	0,317	65,800	
2........	1265	1,024	—1,68	1,11	59	21,4	5900	0,324	65,900	
3........	1550	1,021	—1,52	1,00	»	»	»	»	66,000	La toxicité n'a pas été déterminée.
4........	1290	1,021	—1,61	0,96	58	22,2	5916	0,336	66,000	
5........	1125	1,026	—1,92	1,30	57,8	19,4	6531	0,293	66,200	
6........	1210	1,027	—1,93	1,28	57,8	20,9	6647	0,316	66,000	
Moyennes.	1283				58,5	20,9	6166	0,317	65,983	

Deuxième période : *Toxicité urinaire pendant le traitement par l'autoconduction.*

7........	1270	1,025	—1,82	1,14	44,6	28	5039	0,424	66,000	12 min. de trait.
8........	1385	1,023	—1,76	1,14	53,6	25,8	5735	0,392	65,800	10 »
9........	1435	1,022	—1,73	1,05	57	25,1	6213	0,382	65,700	10 »
10........	1405	1,024	—1,81	1,34	64,2	21,8	6402	0,330	66,000	20 »
11........	1175	1,027	—2,00	1,23	39,2	29,9	4900	0,453	66,000	10 »
Moyennes.	1334				50	26	5658	0,396	65,920	

Troisième période : *Toxicité urinaire après la cessation du traitement.*

12........	1245	1,028	—1,97	1,32	42,5	29,3	4972	0,442	66,200
13........	1230	1,028	—1,98	1,40	55,8	22	6361	0,333	66,000
14........	1310	1,025	—1,93	1,30	57	23,1	6698	0,272	66,000
Moyennes.	1262				51,7	24,8	6010	0,349	66,066

SUJET C. — Age : 24 ans. — Taille : 1m,70.

Première période : *Toxicité urinaire avant le traitement.*

(Réaction de l'urine toujours acide.)

1........	1725	1,019	—1,27	0,70	59,4	29	5049	0,483	60	
2........	1500	1,020	—1,45	0,74	50,2	29,8	5020	0,496	60	
3........	1345	1,024	— »	»	»	»	»	»	59,8	La toxicité n'a pas été déterminée.
4........	1385	1,022	—1,50	0,73	59	23,4	6254	0,390	60	
5........	1130	1,025	—1,75	0,84	50,2	22,5	6224	0,375	59,9	
6........	1398	1,021	—1,53	0,72	51,8	26,9	5024	0,448	60	
7........	1350	1,022	—1,48	0,82	48,4	27,9	4743	0,465	60	
Moyennes.	1404				53	26,5	5385	0,442	59,985	

Deuxième période : *Toxicité urinaire pendant le traitement par l'autoconduction.*

8........	1560	1,020	—1,47	0,85	64,7	24,1	6211	0,401	60	12 min. de trait.
9........	1540	1,020	—1,45	0,75	56,7	26,9	5670	0,449	59,8	15 »
10........	1477	1,020	—1,37	0,73	46,2	31,9	4296	0,534	59,7	10 »
11........	1165	1,026	—1,86	1,11	38,2	30,4	4545	0,507	59,9	15 »
12........	1330	1,023	—1,69	1,01	43,5	30,7	4698	0,511	60	20 »
Moyennes.	1414				45,8	28,8	5084	0,480	59,880	

N°s d'ordre des épreuves.	Volume des urines par 24 heures, cc.	Densité.	Point de congélation Δ.	Poids de Na Cl pour 100.	Urotoxie.	Nombre d'urotoxies par 24 heures.	Nombre de molécules élab. moy., nécessaires pour tuer 1kg d'animal.	Coefficient urotoxique.	Poids du sujet en expérience.
Troisième période : *Toxicité urinaire après la cessation de traitement.*									
13........	1120	1,026	−2°,01	0,92	40	28	5800	0,466	60kg
14........	1384	1,021	−1,55	0,88	50	27,6	5100	0,460	60
Moyennes..	1284				45	27,8	5450	0,463	60

» Les chiffres contenus dans les Tableaux ci-joints montrent, pendant la période de traitement :

» 1° Une augmentation de la quantité de substance toxique éliminée dans les vingt-quatre heures et par kilogramme de poids vif (nombre d'urotoxies et coefficient urotoxique);

» 2° Une diminution du nombre de molécules élaborées moyennes nécessaires pour tuer 1^{kg} d'animal.

» Ces modifications sont plus ou moins accusées, suivant le sujet considéré [1]. Elles persistent, quoique atténuées, quelque temps après la cessation du traitement. »

MÉDECINE. — *Les anémies et les modifications humorales de la grossesse.* Note de MM. **Charrin** et **Guillemonat**, présentée par M. d'Arsonval.

« Au cours de la période de gestation, on voit se développer des modifications du sang, en particulier des anémies, affectant parfois le type pernicieux. Toutefois, si l'on connaît relativement bien les symptômes de ces accidents, on est mal renseigné sur le mécanisme de leur production.

» Pour éclairer cette question, il importe de rappeler les recherches antérieures qui nous ont permis de constater la diminution du fer de la rate [2] aux approches du terme [3] (0,72 pour 1000, au lieu de 0,94).

» Ces données commandaient d'examiner, au point de vue de la teneur en fer, le sang des femmes normales, celui des personnes enceintes bien

(1) Nous avons déjà indiqué, dans notre première Note, que les modifications observées étaient moins accusées pour le sujet C et que ce fait nous paraissait devoir être attribué à une accoutumance relative vis-à-vis des courants de haute fréquence.

(2) Voir *Journ. de Phys. et Pathol. génér.*; 1900.

(3) Cette spoliation maternelle compense la pauvreté du lait en fer.

portantes, et enfin ce même liquide chez les anémiques d'origine gravidique. Or, le plus ordinairement, chez les premières, cette teneur oscille entre 0,42 et 0,47 pour 1000 ; chez les secondes, en général inférieures à 0,40, ces quantités dans trois cas correspondaient à 0,38, à 0,36, à 0,33 ; nous les avons vues fléchir encore davantage chez ces anémiques et atteindre 0,31, 0,25 et jusqu'à 0,20 ou 0,19. Il semble que ces diminutions ne soient que des exagérations d'un processus régulier de cette phase de gestation, attendu que cette gestation à elle seule, en dehors de toute complication, paraît suffire à en provoquer l'apparition.

» Le contenu vasculaire, au cours de cette phase, subit, d'ailleurs, d'autres modifications.

» Son alcalinité semble varier suivant les mois de la grossesse; exprimée en soude, elle a parfois valu 1,05 au septième de ces mois, 0,72 au huitième, 0,63 au neuvième. Comprises à l'état normal entre 1,15 et 1,60 et capables, d'après Drouin, de s'élever à 2, ces oscillations se retrouvent aussi dans des cas pathologiques (1,06 chez une anémique gravidique; 0,93 et 0,56 chez des accouchées convalescentes de phlébites).

» Pendant que cette alcalinité hématique fléchit, l'acidité urinaire passe de sa valeur habituelle (1,12 ou 1,40 par litre et en acide oxalique, sexe féminin) à 1,49, à 1,67, à 1,95, quelquefois un peu au delà. De son côté, la salive devient de moins en moins alcaline, à mesure qu'on se rapproche du terme; c'est ainsi qu'évaluée au quatrième, puis au commencement et à la fin du huitième mois, cette réaction valait, en $NaOH$, 3,5 et 2,6.

» Ajoutons que, *in vitro* (procédé du verre de montre, des tubes capillaires, etc.), le sang d'une femme qui va terminer une grossesse se coagule ordinairement plus vite que celui d'une nullipare; quarante-deux examens nous ont fourni, pour le premier cas, une moyenne de six à sept minutes, et de huit et demie à neuf minutes pour le second, tout en révélant des inversions, des faits aberrants.

» Ajoutons également que des recherches encore incomplètes, poursuivies avec M. Bourcet, tendent à indiquer que, durant la gestation, les proportions des matières minérales, spécialement de la chaux, en circulation, oscillent dans d'assez larges mesures; dans trois analyses sur quatre, ces principes calciques, appréciés en phosphates, ont paru exister en excès, s'élevant à 0,75, à 0,44, à 0,39, pour descendre à 0,23 dans la dernière de ces analyses. Par contre, les doses de magnésie ont semblé bien minimes (0,043; 0,026; 0,015) [1].

---

(1) Ces chiffres, comme ceux qui correspondent au fer, aux réactions alcaline ou

» En somme, chez les femmes enceintes, on enregistre une série de modifications humorales, relatives en particulier à la composition du sang. Si, en effet, les éléments figurés hématiques n'offrent, dans les conditions habituelles, aucun changement important, en revanche les substances solubles présentent de multiples altérations; peut-être même est-il possible d'établir entre ces altérations d'indiscutables liens.

» Au cours de la grossesse, ainsi qu'à diverses reprises nous avons tenté de le prouver ([1]), la nutrition subit dans ses échanges un indéniable ralentissement ([2]). Or, ce ralentissement entraîne fréquemment, à différents degrés, l'abaissement de l'alcalinité de certains plasmas, l'hyperacidité de quelques autres. En outre, dans de tels milieux plus ou moins acides, des éléments minéraux, devenus solubles, sont aptes à circuler, à se précipiter à nouveau dans une zone anomale (dépôts calcaires du placenta, de la table interne des os du crâne, etc.) ou à s'éliminer : nul n'ignore combien cette dyscrasie affaiblit la résistance ([3]).

» On est aussi en droit d'invoquer quelques-unes des altérations sanguines décelées pour éclairer la genèse des thromboses veineuses de la puerpéralité ([4]). Il est enfin possible d'incriminer les adultérations de la

---

acide des humeurs, sont soumis à de nombreuses variations (influence de l'âge, de l'état de santé, de la multiparité, etc.). Pour tenir compte autant que possible du coefficient personnel, il faudrait savoir, comme il ne s'agit, en définitive, que de relations ou de comparaisons, ce qu'étaient ces chiffres avant la conception. D'ailleurs, pour juger de la réalité de ces variations, il suffit de rappeler les écarts des moyennes admises par les physiologistes; pour la chaux, par exemple, cette moyenne, qui en général vaut 0,25, tombe, pour quelques-uns, à 0,16 chez la femme et monte à 0,30 chez l'homme. — Ajoutons que, pour les analyses détaillées, nous avons utilisé des saignées pratiquées chez des éclamptiques; mais ce processus (voir *Journ. de Phys. et Path. gén.*, 1900) paraît sans action sur ces matières minérales et, d'autre part, il est malaisé d'avoir en abondance du sang de femme enceinte bien portante.

([1]) Voir *Journ. de Phys. et Path. gén.*, 1899 et 1900.

([2]) Diminution de l'O absorbé, du sucre ou de la graisse utilisés, du CO^2 exhalé.

([3]) On sait, en effet, que l'amoindrissement de l'alcalinité des humeurs (Fodor, Ceni, etc.), que l'imprégnation des tissus par des acides (acide lactique, d'après Arloing, Nocard et Roux, etc.), favorisent l'évolution des microbes. De plus, ces tares conduisent à des maladies dyscrasiques (lithiase biliaire, obésité, parfois ostéomalacie, etc.), observées de préférence durant la période génitale de la femme : il y a là des changements de terrain précis, définis.

([4]) Chez les accouchées, il existe assurément des thromboses veineuses bactériennes, mais il en est qui semblent étrangères au processus de l'infection. Ces thromboses aseptiques se développent sans incubation très marquée, sans frisson intense, sans fièvre nettement appréciable; leur caillot est stérile; l'antisepsie obstétricale n'en réduit

salive pour expliquer, en dehors de la dyscrasie acide, les lésions dentaires ou buccales observées pendant la gestation ou à sa suite.

» De la sorte, on voit fléchir, sous l'influence de ces modifications humorales, et les défenses générales et les défenses locales de l'organisme. Or, c'est dans la trop facile cession du fer par les éléments anatomiques de la mère, comme dans la paresse des échanges nutritifs de ces éléments, surtout à la fin de la grossesse, qu'il convient de chercher le point de départ de tous ces désordres; autrement dit, cette cession et ces échanges étant ce que les font les cellules, c'est dans les tares de ces cellules que réside, du moins en partie, l'origine de ces troubles morbides : cette donnée est bien propre à mettre en lumière le rôle sans cesse croissant de la pathologie cellulaire. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations d'un bolide à Floirac (Gironde), le 5 juillet* 1901; par M. **Ernest Esclangon.**

« Le vendredi 5 juillet 1901, à $8^h 44^m$ (temps moyen de Paris), un bolide est apparu, paraissant venir de la constellation d'Hercule et se diriger vers la queue du Dragon, près du carré de la Grande Ourse.

» Avant son éclatement, le bolide avait l'aspect d'une larme de feu, blanche et brillante à l'avant, rouge et fuligineuse à l'arrière, laissant derrière elle un filet lumineux provenant d'un étirement de la matière en fusion. La forme nettement effilée de la traînée lumineuse permet d'affirmer que cette apparence n'est pas due à la persistance de l'impression visuelle et correspond à une forme réelle. Elle indique une fusion intérieure de l'aérolithe, avec volatilisation et déperdition de matière à la surface. Le bolide a traversé en deux secondes un espace d'au moins 25°; son apparition s'est terminée par un éclatement avec projection de flammèches, mais le toit des maisons m'a empêché d'observer convenablement cette dernière partie du phénomène.

» Le diamètre du bolide m'a paru de 10 minutes environ dans sa partie renflée, presque égal au demi-diamètre lunaire. Sa lumière était éblouissante et, bien qu'il fît encore jour, l'excès d'éclairement est devenu subitement considérable. Les objets vivement illuminés projetaient une ombre épaisse sur le sol. Le phénomène, comparable à

---

pas le nombre; elles occupent promptement une grande étendue, alors que les phlébites expérimentales sont le plus souvent localisées, etc. Les éléments du sang interviennent peut-être, en particulier la chaux, surtout si le départ des matières minérales, suivant une règle générale, s'opère par saccades, par intermittences? Peut-être encore des parcelles de mucus, si abondant dans l'utérus au moment où surviennent ces accidents, passent-elles dans les capillaires au travers de la plaie placentaire.

un violent éclair, a fortement attiré l'attention de toutes les personnes qui se trouvaient dehors à ce moment, d'autant plus que le ciel était entièrement pur.

» Le bolide a laissé sur son passage une traînée nuageuse épaisse, d'abord rougeâtre, grenaillée et opaque, marquant nettement le chemin suivi par le météore et s'étendant sur une longueur de 10°. Très allongée et comme creuse, la masse nuageuse s'est peu à peu arrondie en se décolorant lentement, passant au rose et au clair, et ne s'est dissipée que *cinq minutes* après l'apparition.

» Deux minutes vingt secondes après l'éclatement, on a entendu un grondement sourd, comparable à un coup de canon lointain. La détonation a paru double; elle a été nettement perçue à l'intérieur même de Bordeaux, d'après le témoignage ultérieur d'un grand nombre de personnes. On en déduit que le bolide a dû éclater à 45^{km} environ de Floirac, au NNW, à une grande hauteur. Si l'on en juge par son diamètre apparent, on voit combien devaient être considérables les dimensions de la masse enflammée. La rapidité avec laquelle elle a traversé le ciel permet de dire que sa vitesse devait être supérieure à 10^{km} par seconde. »

ÉLECTRO-PHYSIOLOGIE. — *De l'action du courant galvanique sur les microbes, et en particulier sur la bactéridie charbonneuse.* Pli cacheté déposé par MM. **Apostoli** et **Laquerrière**.

Sur la demande de M. Laquerrière et de l'exécuteur testamentaire de M. Apostoli, décédé, ce pli, déposé le 12 août 1889 et inscrit sous le n° 4441, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel. Les conclusions de la Note qu'il contient sont les suivantes :

« A. Les courants galvaniques constants peuvent détruire les microbes, ou atténuer leur vitalité proportionnellement à l'intensité de leur application.

» B. Ces courants devront être utilement employés pour atténuer la virulence des organismes pathogènes et les transformer en virus-vaccin.

» C. Cette transformation devra être établie pour chaque vaccin, et pour chaque espèce animale à laquelle il s'appliquera, en déterminant mathématiquement le degré d'intensité du courant et le temps nécessaire à son application. »

M. **Ern. Doudou** adresse des « Observations sur les mœurs, les migrations et les transformations de l'*Œdipodes cœrulescens* Linn. ».

M. **H. Boivin** adresse l'indication d'un projet pour l'assainissement des villes.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 JUILLET 1901.

Opere matematiche di Francesco Brioschi, pubblicate per cura del Comitato per le onoranze a Francesco Brioschi; t. I. Milan, Ulrico Hœpli, 1901; 1 vol. in-8°.

Mission scientifique du Ka-Tanga, 1er et 2e Mémoires, par le capitaine CHARLES LEMAIRE. Bruxelles, Ch. Dulens; 2 fasc. in-8°.

Les Poissons du Bassin du Congo, par G.-A. BOULENGER. Bruxelles, 1901. 1 vol. in-8°.

Cinq Opuscules relatifs à la Géologie, par M. ERNEST DOUDOU. 5 fasc. in-8°.

The solar activity 1833-1900, by WILLIAM-J.-S. LOCKYER. Londres, 1 fasc. in-8°.

Relative Schweremessungen ausgeführt im Auftrage des Kgl. Ministeriums des Kirchen- und Schulwesens, von K.-R. KOCH. Stuttgard, 1901; 1 fasc. in-12.

Auroral observations on the second Wellmann expedition made in the neighbourhood of Franz Joseph Land, by EVELYN-B. BALDWIN. (Extrait de *The monthly Weather Review,* mars 1901.)

Explication scientifique de la formation des mondes, L.-N. VOLLU. Rio-Janeiro, 1901; 1 fasc. in-16.

L'excavation automatique dans les cours d'eau, par BOSELLI ELIE. Genève, 1900; 1 fasc. in-16.

Memorie della Regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena, série III, Vol. II. Modène, 1900; 1 vol. in-8°.

The Electro-Chemist and Metallurgist, Vol. I, n° 1, january 1901. Londres; 1 fasc. in-4°.

Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Geschäftliche Mitteilungen, 1901, Heft I. Göttingue, 1901; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société des Sciences de Bucarest-Roumanie, année X, nos 1 et 2, Bucarest, 1901; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Tome CXXXII, Séance du 10 juin 1901.)

Note de M. *G. Léon,* Sur un grisoumètre électrique :

Page 1409, ligne 9, *au lieu de* Wheatsone dont les deux branches, *lisez* Wheatstone, dont les deux autres branches.

Page 1410, ligne 29, *au lieu de* permet de connaître à tout moment, *lisez* permet de connaître du jour, à tout moment.

(T. CXXXIII, séance du 8 juillet 1901.)

Note de MM. *N. Vaschide* et *Cl. Vurpas,* La structure et le fonctionnement du système nerveux d'un anencéphale :

Page 117, ligne 3, *au lieu de :* au sein des tissus nerveux, *lisez :* au sein du tissu nerveux.

Même page, ligne 18, *au lieu de :* Il semble surtout qu'ici le faisceau..., *lisez :* Il semble surtout ainsi que le faisceau....

Note de M. *F. Parmentier,* Sur la source intermittente de Vesse, près de Vichy :

Page 120, ligne 3 en remontant, *au lieu de* 6,352, *lisez* 0,352,

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUILLET 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *de Lacaze-Duthiers*, Membre de la Section de Zoologie, décédé le 21 juillet, s'exprime comme il suit :

« Un nouveau deuil frappe l'Académie. Notre savant confrère M. de Lacaze-Duthiers vient de succomber loin de nous, dans sa propriété du département de la Dordogne, où il était allé chercher quelques semaines de repos.

» Pendant de longues années vous l'avez connu pionnier scientifique incomparable, donnant l'exemple du travail à ses auditeurs et à ses élèves, et animant de son souffle généreux une phalange nombreuse de jeunes naturalistes. Il a présidé à la fondation de deux de nos plus grands labora-

toires de Zoologie maritime, celui de Roscoff et celui de Banyuls. Non seulement il en a déterminé l'édification, dirigé l'installation et ordonné l'aménagement, mais ensuite, il n'a pas cessé un seul instant de poursuivre les améliorations à y introduire et d'en diriger les travaux. Doyen de notre Section de Zoologie, où il succédait aux grands naturalistes de la première moitié du XIX[e] siècle, il a eu pour Confrères, à la fin de sa carrière, les plus distingués de ses élèves.

» Son esprit était ouvert à toutes les nouveautés scientifiques, sa parole claire et facile, son enseignement plein d'entrain. Il aimait la discussion et savait en faire jaillir la lumière.

» Il laisse parmi nous le souvenir d'un Confrère érudit et laborieux, doué d'une prodigieuse activité, habile à résoudre les problèmes compliqués que soulève l'organisation du règne animal. »

La séance sera levée en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

M. **Ed. Suess** fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. Michel-Lévy, d'un nouveau Volume qu'il vient de publier sous le titre : « Das Antlitz der Erde; Dritter Band, Erste Hälfte ».

M. **Boussinesq** présente à l'Académie, en son nom et au nom de l'éditeur, M. Gauthier-Villars, le Tome I du *Cours de Physique mathématique* qu'il professe à la Sorbonne. Ce Volume est intitulé : *Théorie analytique de la chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la Théorie mécanique de la lumière : Problèmes généraux*.

« Jusqu'ici, dit-il, l'enseignement de la théorie analytique de la chaleur a été basé sur l'hypothèse du *rayonnement particulaire*, c'est-à-dire, au fond, sur l'assimilation de la chaleur à un fluide (régi, il est vrai, par des lois très particulières), quoique l'on sache, depuis cinquante ans, que la chaleur s'évalue en kilogrammètres et qu'elle est, par conséquent, de la nature d'une demi-force vive ou d'une énergie, non d'une matière. Le Volume que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour but principal, comme l'indique son titre, de mettre cet enseignement en harmonie avec l'ensemble de nos connaissances mécaniques et physiques, en rattachant la doctrine de Fourier, complétée par Laplace, Poisson, Duhamel, Lamé, aux principes généraux de la Mécanique moléculaire, ou en déduisant les

équations usuelles qui règlent les variations de la température aux divers points d'un corps, de l'équation même des forces vives, appliquée au mouvement vibratoire calorifique.

» La chaleur des corps y apparaît comme de la chaleur rayonnante presque infiniment ralentie, dans sa propagation, par une participation *sensible* des molécules pondérables aux excursions vibratoires de l'éther. Une telle participation excite, en effet, entre ces molécules, des actions élastiques, d'un rayon d'activité trop grand, trop comparable aux longueurs d'onde, pour permettre aux couches de molécules d'agir en corps ou avec ensemble les unes sur les autres et d'opérer ainsi la transmission du mouvement par le mode ondulatoire. De là résulte une communication discordante du mouvement vibratoire entre molécules n'agissant que par couples isolés, communication beaucoup plus lente même que la propagation du son, et qui constitue la *conductibilité* calorifique.

» Cette lenteur de communication, rendant les ondes d'une période donnée incomparablement plus courtes qu'elles n'étaient dans l'éther libre ou dans le milieu diathermane d'où elles arrivent, entraîne une condensation ou une accumulation énormes de l'énergie vibratoire de l'éther et, par suite tant de l'accourcissement des ondes que de l'accroissement des amplitudes, la disparition de la forme linéaire des équations du mouvement. Il en résulte, d'une part, la perte de la régularité et des autres caractères simples qu'offrait le mouvement par ondes, devenu dès lors une agitation confuse, mais, d'autre part, la production d'une certaine dilatation cubique de la masse agitée; car le volume apparent de celle-ci dépend des situations moyennes des molécules, situations moyennes qui cessent de coïncider avec les situations d'équilibre ou de repos, dès que les équations du mouvement ne sont plus linéaires. Or, cette dilatation cubique constitue justement, au milieu de la confusion générale, un élément simple, susceptible de mesure, *géométrique* en un mot, et apte à fournir, de l'agitation calorifique, une évaluation précise, qui n'est autre que la *température*. On voit donc comment peut se produire la *chaleur d'un corps*, par *stagnation* et *condensation*, dans ses groupes moléculaires, de la chaleur rayonnante primitivement disséminée, à l'état d'ondes, dans une immense étendue d'éther.

» Le lecteur trouvera, en outre, dans ce Volume, pour deux questions capitales, celle de la conductibilité des corps hétérotropes et celle du refroidissement, des théories beaucoup plus complètes (quoique très élémentaires) que celles que contiennent les cours antérieurement publiés.

» Les raisonnements y sont constamment présentés d'une manière concrète, à la fois géométrique et physique, où l'Analyse n'intervient que pour fixer l'intuition et conduire aux résultats numériques. C'est ce qu'on remarquera notamment dans la question de l'armille et dans l'étude des refroidissements comparés de la sphère et du cube, admirables créations de Fourier. J'espère encore avoir réduit à leur plus simple expression, et rendu très facilement accessibles, les problèmes du refroidissement de la sphère et du cylindre traités par Laplace et Poisson, ainsi que la question des inégalités annuelle et diurne des températures du sol terrestre, abordée par Fourier, puis étudiée plus complètement par Poisson.

» Enfin, j'ai développé l'analogie de la propagation de la chaleur, dans les corps athermanes, avec la filtration des fluides dans les masses poreuses, analogie si étroite, qu'on pourrait lui demander, comme je le montre, une théorie mécanique de la conductibilité, s'il y avait un fluide calorique ou que la chaleur, au lieu d'être *dynamique*, fût *matérielle*. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'acidité de quelques sécrétions animales;* par M. **Berthelot**.

« L'organisme humain et les organismes animaux absorbent perpétuellement l'oxygène nécessaire à la conservation de la vie, et cette oxydation développe continuellement, au sein de l'économie, des acides et, spécialement, de l'acide carbonique; tous les tissus et toutes les humeurs en sont imprégnés. Il en résulte que les liquides et les tissus animaux renferment un excès d'acide libre, chimiquement défini; tandis qu'ils ne renferment point, en général, de bases libres, si ce n'est sur des points exceptionnels, où l'ammoniaque et les alcalis carbonés analogues sont susceptibles d'être engendrés par des fermentations et des décompositions spéciales. Ce qui arrive pour l'urine altérée, pour le contenu de l'intestin, pour des tissus en décomposition; mais toujours, ou presque toujours, dans des conditions pathologiques. A l'état normal, je le répète, l'organisme est acide : les bases s'y trouvent *chimiquement* neutralisées, et au delà.

» Cependant cette neutralisation répond essentiellement aux rapports atomiques existant entre les acides et les bases. Si l'on cherche à la traduire et à la constater par la réaction des liquides animaux sur des indicateurs colorés, on observe des phénomènes divers, qui traduisent la force inégale des différents acides et bases de l'économie, opposés aux acides et bases

constitutifs des indicateurs colorés : cette force inégale étant contrôlée en fait par les mesures thermochimiques, ainsi que je l'ai démontré ([1]), et résultant d'ailleurs de la décomposition plus ou moins considérable, par l'eau qui les dissout, des sels des acides faibles, tant dans les liquides de l'économie que dans les indicateurs colorés.

» La distinction de ces acides en différents groupes d'énergie inégale, et même, suivant une certaine mesure, leur dosage au moyen des indicateurs colorés peuvent être ainsi établis. Les physiologistes et les pathologistes ont obtenu par cette voie des caractères fort importants pour l'étude comparée des organismes sains et des organismes malades et, par suite, pour la thérapeutique.

» Rappelons en peu de mots les principaux résultats chimiques constatés à cet égard.

» En fait, la plupart des acides existant dans l'économie à l'état de liberté sont des acides réputés faibles, depuis l'acide lactique, l'acide acétique et les acides gras jusqu'à l'acide carbonique; acides accusés par certains colorants, tels que la phénolphtaléine et ses analogues. Ce n'est pas qu'il n'existe dans les tissus organiques des composés de l'ordre des alcools, susceptibles de s'unir aux bases avec une moindre énergie, c'est-à-dire dégageant moins de chaleur dans la formation de leurs sels, tant à l'état dissous qu'à l'état solide et séparé de l'eau. De tels composés sont accusés seulement par d'autres colorants spéciaux, tels que le bleu Poirrier. Mais cet ordre de combinaisons salines ne subsiste guère dans l'économie, si ce n'est en des lieux particuliers : l'acide carbonique, presque partout en excès, s'emparant de la base qui concourt à les former.

» Au bout opposé de l'échelle des énergies sont les acides minéraux réputés forts, tels que les acides chlorhydrique, sulfurique, phosphorique (dans le premier degré de sa saturation). La présence des acides de ce groupe au sein de l'économie ne peut être également manifestée que dans des organes et liquides spéciaux.

» De semblables acides sont caractérisés, comme je l'ai prouvé, par une chaleur de formation de leurs sels alcalins neutres plus considérable que les acides faibles; principalement à l'état solide et séparé de l'eau, et même, quoique sous certaines réserves, à l'état dissous. Leurs sels neutres ne sont pour ainsi dire pas décomposés par l'eau qui les dissout, à la température ordinaire du moins. Il en résulte que leur neutralisation est accu-

([1]) *Thermochimie : Données et lois numériques*, t. I, p. 356.

sée avec une grande netteté par les indicateurs colorés, non seulement par ceux de l'ordre de la phtaléine, mais même par les colorants répondant à la formation de sels plus stables, tels que le bichromate de potasse, le méthylorange, etc. Aussi se sert-on de cette opposition entre les forces relatives des acides et celles des colorants pour distinguer les acides minéraux des acides organiques, plus faibles. La teinture de tournesol, employée autrefois à titre d'indicatrice essentielle de la neutralisation, a été reconnue de nos jours comme jouant un rôle intermédiaire entre les colorants indicateurs des acides forts, tels que le méthylorange ou le chromate de potasse, et les colorants indicateurs des acides faibles, tels que la phénolphtaléine. Cette teinture même permet d'ailleurs de partager les acides faibles en deux groupes, celui des acides organiques de l'ordre de l'acide acétique, qu'elle accuse assez nettement, et celui de l'ordre des acides carbonique, borique et de la seconde neutralisation de l'acide phosphorique, dont le partage de la base entre de tels acides et ceux du tournesol ne permet plus de définir la limite au moyen de ce dernier réactif. Les acides organiques ainsi accusés par le tournesol ne sauraient subsister libres à dose notable dans le sang; pas plus que les acides minéraux puissants. Mais, par opposition avec ces derniers, les acides organiques peuvent être constatés dans l'urine, dans les liquides musculaires, et au sein de diverses humeurs normales. D'après ce qui précède, on comprend que les acides minéraux réputés forts n'apparaissent pas d'ordinaire à l'état libre, attendu qu'ils déplaceraient les acides organiques combinés : ils seront donc, en général, neutralisés complètement dans l'économie, où leurs combinaisons existent, en effet, à l'état de chlorures, de sulfates, etc. Les acides minéraux puissants ne pourront donc être isolés et persister comme tels, si ce n'est dans des conditions de milieu et d'isolement exceptionnelles : tel est en fait le cas de l'acide chlorhydrique libre du suc gastrique contenu dans l'estomac, celui de l'acide sulfurique libre sécrété par certains mollusques, etc.

» Avant de discuter d'une façon plus spéciale les conditions dans lesquelles de semblables acides peuvent être engendrés et mis en liberté, je demande la permission de rapporter quelques expériences que j'ai faites sur le suc gastrique.

» L'étude de ce suc a été l'objet des travaux de nombreux expérimentateurs depuis Spallanzani et traitée à des points de vue divers, que je n'ai pas à rappeler ici. Dans mes essais, il s'agit d'une préparation toute spéciale effectuée dans des conditions physiologiques et anatomiques très

remarquables; conditions qui avaient pour but et pour résultat d'isoler ce suc des autres substances auxquelles il est susceptible d'être mélangé au cours de la digestion. Ces échantillons m'ont été fournis très obligeamment par le docteur Charrin, grâce à des procédés particuliers, notamment en appliquant les méthodes opératoires de MM. Frémont et Frouin.

A. — Suc gastrique (janvier 1901).

» I. Le premier échantillon dont je parlerai est constitué par du suc gastrique, obtenu par un procédé tel qu'il est à la fois exempt de salive et de produits alimentaires. Il s'agit d'un chien dont l'opérateur a séquestré l'estomac, en suturant le cardia et le pylore, sans séparer d'ailleurs l'organe de ses autres liens musculaires, nerveux ou autres, avec le corps de l'animal. On a opéré les titrages, chacun sur 10^{cc} de suc gastrique. Ces titrages ont exigé de 251 à 273 divisions de la burette, remplie avec une solution étendue de soude, $NaOH = 20^{lit}$.

» On a employé les indicateurs colorés suivants :

Indicateurs.	Équivalence de H Cl par litre.
	gr
Méthylorange	4,62
Diméthylamidoazobenzol	4,58
Alizarinesulfonate rouge	4,65
Tournesol	4,65
Phtaléine	4,98

» On voit que les divers indicateurs fournissent des titres très voisins les uns des autres, contrairement à ce qui est arrivé pour la plupart des sucs gastriques analysés jusqu'à présent.

» Pour le méthylorange, le diméthylamidoazobenzol, le rouge alizarique et le tournesol, les titres se confondent, dans les limites d'erreur de ce genre d'essais : ce qui signifie que l'acide libre ne renferme pas d'acide organique de l'ordre des acides tartrique ou acétique, mais qu'il est constitué presque entièrement par l'acide chlorhydrique. La phtaléine a indiqué, sur 100 parties d'acidité, environ sept de plus, quantité qui ne diffère pas beaucoup des limites d'erreur; elle répondrait à un acide plus faible. L'acide carbonique libre étant probablement exclu, à cause de l'agitation du liquide au contact de l'air, qui a dû dissiper cet acide dans l'atmosphère, s'il préexistait, la faible acidité spéciale révélée par la phtaléine pourrait répondre à une fraction d'acide chlorhydrique combiné à

un composé organique, sous forme dissociée, telle qu'elle a été observée par M. Richet.

» Ajoutons enfin que la dose d'acide chlorhydrique trouvée dans un estomac ainsi séquestré est triple de celle accusée par le méthylorange dans l'essai qui suit.

» II. Suc gastrique de chien, obtenu par une fistule; mélangé de salive.

Indicateurs.	Équivalence de HCl par litre.	Remarques.
Méthylorange	gr 1,61	Virage de 1,5 à 1,6 progressif.
Diméthylamidoazobenzol	1,53	Virage un peu plus net.
Alizarinesulfonate	2,37	Virage peu net.
Tournesol	2,63	Virage progressif.
Phtaléine	3,21	Virage net.

» On voit que le titre acide varie du simple au double, suivant l'indicateur. On a vérifié d'autre part que l'acide lactique donne des virages nets avec le tournesol et la phtaléine, incertains avec le méthylorange. On sait que sa présence a été constatée dans les digestions stomacales; elle répond peut-être en partie, pour le cas actuel, à la différence observée entre le tournesol et le méthylorange. Cependant, entre la phtaléine et le méthylorange, la différence pourrait répondre en grande partie à un phosphate acide.

» D'après ces chiffres, la dose d'acide chlorhydrique libre dans le suc gastrique de cette expérience représenterait tout au plus la moitié de l'acidité totale, et il y aurait, dans le suc gastrique étudié, des acides à réaction plus faible que l'acide lactique.

» III. Suc gastrique de chèvre, recueilli au moyen d'une fistule, dans le second estomac. — Mélangé de salive et d'aliments. — Filtré avant titrage;

» 1° Recueilli deux heures avant le repas du matin, c'est-à-dire après la nuit :

» 2° Recueilli deux heures après le repas.

Indicateurs.	Équivalence de HCl dans un litre. 1.	2.
Méthylorange	0,36, virage progressif	1,28, virage progressif, incertain
Diméthylamidoazobenzol	0,36 d°	1,28 d°
Alizarinesulfonate	aucune variation de teinte nette	
Tournesol	0,98	1,64
Phtaléine	2,48 net	2,59

» Il s'agit ici d'un herbivore.

» L'acidité après repas ne diffère pas beaucoup de celle du chien précédent; seul le tournesol donnerait des chiffres notablement plus faibles et ne différant pas beaucoup de ceux du méthylorange : ce qui semblerait indiquer peu d'acide lactique. La phtaléine après repas donne une valeur double du méthylorange, comme pour le chien, à la façon d'un phosphate acide; cependant alors le tournesol devrait fournir un chiffre moyen, ce qui n'a pas été observé.

» Avant le repas, il est remarquable de trouver si peu d'acide chlorhydrique. En outre, la différence entre la phtaléine et le tournesol est considérable, comme s'il s'agissait d'un acide très faible, de l'ordre de l'acide carbonique.

B. — SALIVE.

» *Salive parotidienne du cheval* (fournie par M. Charrin, janvier 1901). — Ces expériences ont eu pour objet de préciser, autant que possible, l'influence exercée par le mélange de la salive et du suc gastrique. On a été obligé d'opérer avec la salive du cheval pour avoir une quantité suffisante de liquide, circonstance qui ne rend les résultats comparables que dans une certaine mesure.

Indicateurs.	Équivalence de NaOH par litre.	Équivalence de HCl.
	gr	
Méthylorange : alcalin	1,76	»
Diméthylamidoazobenzol : alcalin	1,84	»
Tournesol : alcalin	1,78	»
Alizarinesulfonate : alcalin	0,20 incertain	»
Phénolphtaléine : acide	»	0,18 virage progressif.

» D'après ces données, le liquide se comporte comme renfermant les sels alcalins d'acides très faibles.

C. — URINE.

» Ces essais ont eu surtout pour but la comparaison des indicateurs colorés.

» Urine de la nuit et du matin, 500^{cc} environ (jeune homme).

Densité	1^{gr},013 à 19°.
Urée	14^{gr} par litre.
Tournesol : acide. Équiv. à HCl par litre	0^{gr},58 environ.
Phtaléine : acide	1^{gr},3.
Bleu C_4B : acide	2^{gr},2 environ.
Méthylorange : alcalin.	Retour par HCl. Virage progressif répondant de 0^{gr},4 à 0^{gr},9 NaOH.

» Urine émise après le repas :

Densité	1^{gr},005 à 15°.
Urée	3^{gr},05 par litre.
Tournesol : acide. Équiv. à	0^{gr},15 HCl par litre.
Phtaléine : acide. Équiv. à	0^{gr},27 HCl par litre.
Bleu C_4B : acide. Équiv. à	0^{gr},73 HCl.

Méthylorange	à l'état de virage incertain.
Retour au rouge par HCl, équiv. à...	0^{gr},4 NaOH
Retour au jaune par NaOH, équiv. à.	0^{gr},4 HCl

» Les essais relatifs à l'urine ont été faits surtout pour essayer de préciser l'action du méthylorange. En définitive, ce réactif n'accuse pas l'acidité d'un acide minéral fort dans les urines examinées. L'acidité de ce liquide ne saurait donc être assimilée à celle du suc gastrique; elle est d'une autre qualité.

» Dans l'exemple actuel, elle pourrait répondre à celle d'un phosphate alcalin de basicité intermédiaire entre 1 et 2 équivalents, ou d'un sel organique à réaction analogue.

» Le moment est venu de revenir sur les réactions susceptibles de fournir des composés spécialement acides dans l'économie animale, réactions qui fonctionnent dans les organes glandulaires, sièges de la sécrétion des liquides physiologiques : mais elles le font suivant des mécanismes encore fort obscurs. Ces réactions sont plus nombreuses que ne le supposent d'ordinaire les physiologistes qui s'occupent de Chimie animale. Je me bornerai à les énumérer très brièvement. Telles sont :

» 1° La formation d'acides par l'action de l'eau, qui dissocie les sels des acides faibles, dédouble les composés éthérés, glycérides et amides, transforme en acides certains aldéhydes (aldéhyde glycollique, camphre);

» 2° La transformation isomérique d'un composé neutre (glucose changé en acide lactique);

» 3° Les fermentations complexes (acide butyrique);

» 4° Le changement dans la capacité de saturation de certains acides par double décomposition, comme il arrive lorsque le phosphate de soude bibasique donne lieu à un phosphate calcique précipité;

» 5° L'oxydation, produisant des acides au moyen des alcools, aldéhydes, éthers, etc., et la production universelle d'acide carbonique dans l'économie; cette cause est la plus générale;

» 6° L'électrolyse, provoquant la formation d'acides dans les sécrétions, en vertu d'une force électromotrice résultant des différences de concentration et de composition chimique entre les différentes régions de l'économie, jointes aux oxydations que provoque l'oxygène de l'air par l'intermédiaire de l'hémoglobine. J'ai entrepris une série d'expériences spécialement dirigées par ce point de vue. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques observations faites avec l'uranium à de très basses températures.* Note de M. **Henri Becquerel**.

« Diverses considérations théoriques donnent une certaine importance aux observations que l'on peut faire sur le rayonnement de l'uranium à des températures très basses. Notre Confrère, M. d'Arsonval, ayant eu l'obligeance de mettre à ma disposition un peu d'air liquide, j'ai pu récemment faire quelques observations; l'impossibilité où je suis de me procurer de nouveau de l'air liquide avant quelque temps m'engage à publier, dès maintenant, les résultats que j'ai obtenus.

» Dans le but de rechercher si le rayonnement de l'uranium est modifié à une température très basse, j'avais d'abord disposé, dans un tube de verre fermé par un bout, un morceau d'uranium à 15^{mm} environ au-dessous d'un petit plateau de cuivre isolé. Ce système transmettait, par l'air ionisé, un courant qui chargeait un électroscope, et l'on mesurait la rapidité de la charge. En plongeant le tube dans l'air liquide, le courant a cessé de passer; le gaz paraît cesser de s'ioniser, et, le liquide étant isolant, il arrive que des charges dues aux frottements peuvent agir sur l'électroscope.

» L'expérience a alors été disposée plus correctement de la manière suivante : un cylindre de cuivre vertical, de 63^{mm} de diamètre et de 87^{mm}

de hauteur, est entouré d'un manchon plein d'eau qui maintient la température intérieure constante; il est fermé à sa partie inférieure par une feuille très mince d'aluminium battu. A l'intérieur, dans l'axe du cylindre, est disposée une tige métallique portant un petit plateau de cuivre, horizontal et distant de 45^{mm} du fond; la tige est isolée et reliée à la feuille d'or d'un électroscope très sensible. Le cylindre, isolé lui-même, est maintenu à un potentiel constant par une pile à eau qui, suivant les expériences, a été formée de 40 à 50 éléments.

» On a placé alors, au-dessous de la feuille d'aluminium, à l'extérieur du cylindre, un disque d'uranium de 67^{mm} de diamètre, dont la surface supérieure était à 13^{mm} environ de la feuille d'aluminium; dans ces conditions, la température ambiante étant de 24°,8, le système isolé se chargeait et le potentiel s'élevait de $0^{volt},108$ par seconde. On a alors refroidi le disque d'uranium en versant de l'air liquide dans la boîte en carton qui contenait le disque, jusqu'à ce que le liquide fût en excès et se maintînt en ébullition. La température du disque d'uranium était alors celle du liquide bouillant, qui contenait plus d'oxygène que d'azote, car le liquide avait été préparé depuis plusieurs jours. A mesure que le métal se refroidissait, on voyait la vitesse de la charge de l'électroscope se ralentir, jusqu'à descendre à la valeur $0^{volt},054$ par seconde, c'est-à-dire la moitié du nombre obtenu à la température de 24°, 8.

» L'air froid se déversait tout autour de la boîte de carton, éloignant l'air humide, de sorte qu'il n'y eut de précipitation de vapeur d'eau sur le disque qu'à une période ultérieure du réchauffement. Lorsque le disque en se réchauffant a atteint la température de 0°, la vitesse de charge est remontée à $0^{volt},092$ par seconde. A l'intérieur du cylindre la température de l'air n'avait pas sensiblement varié.

» La diminution d'action qui vient d'être constatée ne doit pas nécessairement être attribuée à une diminution dans le rayonnement de l'uranium lorsque ce métal est refroidi. La couche d'air de 13^{mm} qui séparait le disque de la feuille d'aluminium était formée de couches à des températures variables entre celle du disque et +24°,8, et elle était devenue vraisemblablement beaucoup plus absorbante pour les rayons très absorbables qui ionisent l'air. N'ayant plus d'air liquide à ma disposition au moment de la discussion des premières expériences, il ne m'a pas été possible de montrer qu'en arrêtant les rayons les plus absorbables, et en ne laissant agir dans le cylindre que les rayons très pénétrants, on ne devait pas observer de variation appréciable dans l'émission de l'uranium, soit à

la température ordinaire, soit à très basse température; mais les expériences suivantes faites à la température du laboratoire permettent de penser qu'il en est ainsi et montrent le rôle absorbant de l'air pour les rayons les plus actifs.

» Si, partant des conditions de l'expérience précédente à la température du laboratoire, avec une valeur de charge de $0^{volt},097$ par seconde, on abaisse le disque d'un centimètre au-dessous de sa première position, la vitesse de la charge est réduite à 0,473 de sa valeur primitive. Mais si, avant de faire cette opération, on couvre le disque d'uranium par une lame d'aluminium de $0^{mm},1$ d'épaisseur, qui réduit la vitesse de la charge au tiers environ de sa valeur (coefficient de réduction 0,345), on observe que le même abaissement du disque d'un centimètre au-dessous de sa position première, lorsque celui-ci est couvert, ne réduit plus la vitesse de la charge qu'à 0,785 de la valeur qu'elle a lorsque la distance du disque couvert est de 13^{mm} au-dessous du cylindre.

» On peut opérer autrement : enfermer le disque dans une cloche renversée fermée elle-même par une lame d'aluminium de $0^{mm},1$ d'épaisseur et soutenue par un grillage en fer, puis faire le vide et supprimer ainsi une couche d'air. On constate par cette expérience que les rayons qui traversent la lame d'aluminium de $0^{mm},01$ sont très peu absorbés par l'air et qu'une couche de $14^{mm},5$ d'épaisseur réduit seulement la vitesse de la charge à 0,95 de sa valeur. On doit donc conclure de cette expérience que, dans le déplacement du disque, la réduction d'intensité due à la variation des distances est mesurée sensiblement par 0,785, tandis que l'effet de l'absorption par la couche d'air d'un centimètre d'épaisseur sur les rayons qui ne traversent pas la lame d'aluminium est mesuré par le rapport 0,603, dont le produit par 0,785 donne le nombre 0,473 trouvé ci-dessus.

» Ainsi, les rayons très absorbables sont ceux qui sont les plus actifs pour ioniser l'air, et dans l'expérience avec l'air liquide ils sont absorbés par la couche d'air froid très dense qui avoisine le métal refroidi.

» Un calcul approché en prenant pour base les nombres ci-dessus donne, pour la réduction d'intensité due à la couche d'air froid, un nombre très voisin de 0,46, de sorte que les considérations qui précèdent permettent de conclure qu'à la température de l'air liquide l'intensité du rayonnement de l'uranium ne présente pas une différence notable avec l'intensité du rayonnement qu'il émet à la température ordinaire. J'avais

déjà reconnu, il y a quatre ans, qu'entre $+100°$ et $-20°$ le rayonnement de l'uranium ne présente pas de variations notables.

» Au moment où j'avais à ma disposition de l'air liquide, j'ai répété une expérience qui m'avait été signalée il y a quelques semaines par M. J. Dewar ([1]). Si l'on plonge dans l'air liquide ou mieux dans l'hydrogène liquide un cristal de nitrate d'urane, celui-ci devient spontanément lumineux. Le même phénomène se produit avec le platinocyanure. M. Dewar a attribué la lueur émise à un phénomène électrique provoqué par la contraction moléculaire. En répétant cette belle expérience, on reconnaît que l'explication de M. Dewar paraît exacte.

» Au moment où l'on plonge un cristal de nitrate d'urane dans l'air liquide, ce cristal devient lumineux pendant qu'il se refroidit, cesse de luire quand il a pris la température du liquide, et luit de nouveau pendant qu'il se réchauffe.

» Pendant le refroidissement, la lueur émise est intermittente; elle se produit par éclairs variables rappelant les lueurs que l'on obtient quand on agite des cristaux de nitrate d'urane dans un flacon de verre; elle n'a pas la régularité de la phosphorescence par la chaleur.

» Pendant que le cristal plonge dans l'air liquide, et alors même qu'il est obscur, si l'on vient à le frotter contre les parois du récipient de verre qui contient le liquide, il se produit une lueur qui rappelle celle que provoque le frottement du mercure contre le verre dans le vide barométrique.

» Lorsqu'on sort le cristal du liquide, il se met de nouveau à luire, comme l'a observé M. Dewar, et la lueur cesse lorsque l'équilibre avec la température ambiante est rétabli. On peut répéter plusieurs fois de suite l'expérience avec le même cristal, mais celui-ci ne tarde pas à se désagréger en menus fragments.

» Des cristaux de sulfate double d'uranium et de potassium n'ont manifesté aucun de ces phénomènes, ni par refroidissement, ni par frottement dans l'air liquide. La luminosité n'est donc pas le fait d'une modification notable dans l'émission du rayonnement de l'uranium refroidi, et il semble bien, comme le pense M. Dewar, que la lumière émise soit la conséquence d'effets électriques dus à des compressions et à des clivages, effets particulièrement intenses avec le nitrate d'urane qui devient un corps isolant à la température de l'air liquide. »

([1]) *Bakerian Lecture*, june 1901.

BALISTIQUE. — *Sur la loi des pressions dans les bouches à feu.* Note de M. **E. Vallier.**

« Dans des Communications antérieures (séances des 29 mai et 24 juillet 1899), j'ai soumis à l'Académie une formule approchée sur la loi des pressions dans les bouches à feu, susceptible de faciliter les études de résistance de l'arme ou des organes accessoires.

» Je reviens aujourd'hui sur cette question en la présentant à un point de vue plus général, et montrant en outre le moyen d'obtenir une approximation supérieure.

» Soient r la pression au culot du projectile, évaluée en kilogrammes par centimètre carré, à l'instant t; p_1 la pression maximum enregistrée; θ l'instant de cette pression, l'origine des temps étant fixée au moment où le projectile commence son mouvement; et z le rapport $\frac{t}{\theta}$.

» Soient, d'autre part, m la masse du projectile; μ celle de la charge de poudre; p et ϖ les poids correspondants; u' la vitesse en mètres et u le parcours, en mètres également, du projectile, à l'instant t; ω la section droite de l'âme en centimètres carrés.

» Soient, en outre, u'_1 et u_1 la vitesse et l'espace à l'instant du maximum de pression pour lequel $z = 1$; et les mêmes lettres majuscules, U, U', Z, T, P, pour les éléments correspondants à la bouche de la pièce.

» Soit enfin α le rapport

$$\alpha = 2\omega L_1 U : (m + \tfrac{1}{2}\mu) U'^2, \tag{1}$$

de la pression maximum à la pression constante qui, dans le même parcours, communiquerait la vitesse U' au projectile, accru, comme il est admis, de la charge. Ce facteur α peut s'appeler le coefficient de fatigue dans le tir considéré.

» Désignons enfin par $P(z)$ la fonction représentant la variation de la pression, de telle sorte que l'on ait

$$P_t = P_1 P(z), \tag{2}$$

et par $V(z)$ et $U(z)$ les deux intégrales

$$V(z) = \int_0^z P(z), \tag{3}$$

$$U(z) = \int_0^z V(z); \tag{4}$$

on voit aisément que l'on a les relations

$$(5)\qquad \begin{cases} \left(m+\frac{\mu}{2}\right)u' = \omega P_1\theta\, V(z), \\ \left(m+\frac{\mu}{2}\right)u = \omega P_1\theta^2 U(z), \end{cases}$$

$$(5\ bis)\qquad \begin{cases} \left(m+\frac{\mu}{2}\right)U' = \omega P_1\theta\, V(Z), \\ \left(m+\frac{\mu}{2}\right)U = \omega P_1\theta^2 U(Z), \end{cases}$$

d'où l'on tire

$$(6)\qquad \alpha = 2U(Z) : V^2(Z)$$

et

$$(7)\qquad \theta = \frac{U}{U'}\frac{V(Z)}{U(Z)} = \frac{U}{U'}\Theta(\alpha),$$

car, Z étant une fonction de α définie par l'équation (6), il en est de même du rapport $\frac{V(Z)}{U(Z)}$, et l'on peut poser

$$\frac{V(Z)}{U(Z)} = \Theta(\alpha)$$

et dresser les Tables de cette fonction $\Theta(\alpha)$.

» Connaissant θ, le système (5) donnera les éléments en chaque point. Au point du maximum de pression, on aura

$$\frac{u'_1}{U'} = \frac{V(1)}{V(Z)} = W(\alpha),$$

$$\frac{u_1}{U} = \frac{U(1)}{U(Z)} = \Phi(\alpha).$$

» On fait encore usage des fonctions

$$\varpi(\alpha) = Z\,\Theta(\alpha),$$

qui donnent la durée totale de parcours dans l'air par la relation

$$T = \frac{U}{U'}\varpi(\alpha),$$

et $P(\alpha)$, qui donne la pression finale par la relation

$$P = P_1 P(\alpha).$$

» Toutes ces fonctions ou notations ramènent les divers éléments à s'exprimer en fonction de la seule variable α.

» Les expressions ci-dessus, les formules que l'on a pu ou pourra en déduire pour la solution des problèmes de balistique ou de construction sont absolument indépendantes de la fonction $P(z)$, et c'est là, nous semble-t-il, le grand avantage de cette méthode. Peut-être sera-t-on conduit ultérieurement à une forme analytique tout à fait différente de celle qui va être donnée ci-dessous : mais les déductions et méthodes de calcul de résistance, rayures, frein, etc., n'en subsisteront pas moins.

» *De la fonction* $P(z)$. — La fonction $P(z)$, d'après l'examen des courbes expérimentales, doit satisfaire aux conditions suivantes :

» 1° Partir de zéro et croître très rapidement jusqu'à l'unité, valeur qu'elle prend pour $z = 1$;

» 2° Décroître ensuite en présentant bientôt un point d'inflexion et prenant une direction asymptotique à l'axe des z.

» Si l'on pose

$$\varphi(z) = z e^{1-z},$$

on voit aisément que la fonction $\varphi(z)$ satisfait à ces conditions, et c'est effectivement de cette fonction qu'il a été fait usage dans les premières recherches.

» Mais on peut remarquer qu'il en est de même des puissances positives de cette fonction φ, de telle sorte que l'on obtient une solution plus générale en posant

$$P(z) = \varphi^{\beta}(z)$$

β étant un nouveau paramètre que l'on discutera ultérieurement. On indiquera seulement aujourd'hui que cet exposant β est d'autant plus élevé que la poudre est plus lente, ce qui permet de le désigner sous le nom d'*exposant de lenteur*.

» Pour le moment, on signalera seulement les propriétés analytiques de la fonction P ainsi définie et que l'on peut écrire

$$P(z) = e^{\beta} z^{\beta} e^{-\beta z}.$$

» Sous cette forme, on voit que les fonctions $V(z)$ et $U(z)$ ne sont autres, à un facteur constant près, que les transcendantes eulériennes incomplètes $y(n, x)$ et $u(n, x)$ dont j'ai entretenu l'Académie dans la

séance du 10 juin dernier, à la condition de poser

$$n = \beta + 1,$$
$$n = \beta z.$$

» Le problème balistique, dans les conditions d'approximation pratique où il est présenté ici, revient donc à l'emploi des transcendantes, avec une détermination convenable de β. C'est cette détermination qui fera l'objet d'une prochaine Communication. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à lui faire connaître son opinion sur les dangers que le voisinage d'une station de télégraphie sans fil pourrait présenter, dans certains cas, pour un magasin à poudre ou à explosifs. En particulier, la nature des récipients dans lesquels la poudre ou les explosifs sont renfermés peut avoir une grande importance au point de vue de la question dont il s'agit.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *J. Hadamard*, intitulé : « La série de Taylor et son prolongement analytique. » (Présenté par M. Appell.)

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses nouvelles, découvertes à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest).* Note de M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Lœwy.

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Dates de la découverte, de la description. — Remarques.
	h m s	° ′	
433.	17.45.19	+57.26	1890 octobre 16. — Gr. 13,5. Objet assez nébuleux, entrevu seulement. Les nuages empêchent de bien indiquer la position d'une étoile située vers $p = 0°$, $d = 3'$.
434.	18.49. 5	−22.49	1884 juin 30, et 1890 août 14. — Gr. 13. Étoile nébuleuse, située près de 6717 N.G.C., à $p = 35°$, $d = 0',15''$.

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Dates de la découverte, de la description. — Remarques.
	h m s	° ′	
435.	20. 6. 1	—21.56	1898 juin 21. — Objet d'aspect assez stellaire, très voisin d'une étoile de gr. 13,2.
436.	20.42. 7	— 0. 3	1884 juillet 27, août 22, etc. — Gr. 13,4-13,5. Étoile nébuleuse, ou petite nébuleuse de 10″ de diamètre.
437.	20.42.15	0. 0	1884 septembre 22, 1891 octobre 2. — Gr. 13,5. Cet objet paraît formé par quelques traces de matière nébuleuse, avec, au moins, une très petite étoile.
438.	20.42.15	+ 0. 7	1891 octobre 2, 1897 octobre 17. — Gr. 13,4-13,5. Cet objet, qui a paru une fois assez diffus et une autre fois assez stellaire, est distinct de 85 Big. = 6963 N.G.C.
439.	20.42.31	— 0. 2	1884 juillet 27, etc. — Petit amas, dans lequel on distingue plusieurs étoiles; la plus brillante, de gr. 13,3, paraît accompagnée d'un peu de nébulosité.
440.	20.59.12	—12.45	1886 août 27, etc. — Gr. 13,4. Néb. d'env. 30″ de diamètre.
441.	21. 9.57	+ 4. 3	1891 septembre 5. — Gr. 13,4-13,5. Objet stellaire mais qui paraît presque sûrement nébuleux. Par rapport à 7045 N.G.C., il est à $p = 140°$ et $d = 3'$.
442.	+21. 9.57	+ 4. 3	1891 septembre 5. — Objet 13,3-13,4 qui paraît un peu nébuleux, et qui, par rapport à la même nébuleuse 7045 N.G.C., est à $p = 100°$, $d = 2',5$.
443.	21.24.43	+ 6.23	1886 juillet 31, et 1894 octobre 27. — Gr. 13,4. Petit amas d'aspect un peu nébuleux.
444.	22. 1.12	+26.36	1898 octobre 16. — Gr. 13,3. Objet stellaire, peut-être identique au suivant.
445.	22. 1.13	+26.36	1884 septembre 17. — Traces de matière nébuleuse, voisines d'une étoile double (13,0 et 13,0; $d = 1'$).
446.	22. 1.24	+26.34	1884 septembre 14, 1898 octobre 16. — Gr. 13,4. Objet légèrement nébuleux, assez fortement stellaire.
447.	22. 1.33	+26.35	1884 septembre 17, 1898 octobre 16. — Gr. 13,4. Petite nébuleuse avec noyau stellaire; pourrait être un amas de 20″ de diamètre.
448.	22.11. 0	— 5.30	1888 octobre 5. — Gr. 13,4. Étoile qui paraît accompagnée d'un peu de nébulosité.
449.	22.11.19	+36.48	1895 octobre 16. — Gr. 13,4-13,5. Néb. de 15″ à 20″ d'étendue, entrevue tout contre 7242 N.G.C., vers $p = 45°$, $d = 0',5$.
450.	22.11.43	—16.27	1894 octobre 27. — Objet excessivement faible et qu'on n'a pu retrouver dans la suite.
451.	22.12.20	—16.10	1898 octobre 16. — Gr. 13,4. Néb. arrondie, assez large, 40″ environ de diamètre, avec région centrale granuleuse.
452.	22.26.48	+30.26	1884 août 24, etc. — Gr. 13,3-13,4. Petite néb. d'environ 15″ de diamètre; pourrait être un amas.

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Dates de la découverte, de la description. — Remarques.
	h m s	° ′	
453.	22.32. 7	+33.55	1884 octobre 23, etc. — Gr. 13,5. Avait été déjà mesurée, en 1874 et 1875, à Birr Castle.
454.	22.40. 7	+10.38	1898 décembre 5. — Gr. 13,5. Objet nébuleux, entrevu seulement.
455.	22.57.34	+26.30	1895 novembre 19. — Gr. 13,4-13,5. Objet demi-nébuleux, demi-stellaire; une étoile 13,2 est vers $p = 105°$, $d = 2',5$.

Rectifications et remarques.

N.G.C.	Correction de N.G.C. Æ.	Correction de N.G.C. Décl.	Coordonnées pour 1900,0. Æ.	Coordonnées pour 1900,0. Décl.	Dates des observations.
	m s	′	h m s	° ′	
6931...	−0.20	»	20.28.13	−11.43	1888 juillet 31.
6953...	−0.14	»	20.36.27	+65.25	1889 sept. 16.
6959...	+0.11	»	20.42. 1	+ 0. 4	1884 sept. 22.
6986...	+0.15	»	20.50.51	−18.57	1890 juillet 17.
7074...	»	− 6	21.24.41	+ 6.15	1886 juillet 31.
7132...	−0.24	»	21.42.21	+ 9.47	1888 oct. 3.
7139...	+0.16	»	21.43.34	+63.20	1884 juillet 24.
7158...	+0.33	»	21.52. 7	−12. 4	1888 sept. 10.
7170...	+0.40	»	21.56.12	− 5.55	1888 oct. 27.
7186...	−0.17	»	21.56.41	+34.36	1884 août 24.
7241...	−0.16	»	22.11. 2	+18.45	1887 août 25.
7266...	+0.24	− 7	22.18.47	− 4.35	1887 nov. 5.
7286...	+0.29	»	22.23.12	+28.35	1884 août 1.
7373...	+0.13	»	22.41.15	+ 2.41	1890 août 16.
7375...	+0.10	»	22.41.40	+20.33	1888 oct. 5.
7433...	»	− 4	22.53. 5	+25.33	1886 sept. 30.
7437...	−0.11	»	22.53.10	+13.48	1895 nov. 13.
7439...	»	− 5	22.53.43	+28.38	1891 août 3.
7440...	+0.10	+ 4	22.54. 3	+35.20	1886 sept. 1.
7451...	−0.14	»	22.55.21	+ 7.52	1885 nov. 7.
7519...	−0.29	»	23. 7.41	+10.12	1886 oct. 30.
7566...	+0.19	»	23.11.30	− 2.52	1884 août 23.
7571...	+0.18	− 1	23.12.11	+18.26	1886 sept. 23.
7593...	−0.24	»	23.12.54	+10.48	1886 oct. 30.
7709...	−0.12	»	24.30.15	−17.15	1890 nov. 16.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'hermitien.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Conservons les définitions et notations de mes Communications précédentes (11 mars et 20 mai 1901); abandonnons le terrain quaternaire, $n=4$, pour examiner le cas où n est quelconque.

» Soit H une forme d'Hermite ($j, k = 1, 2, \ldots, n$),

$$\mathrm{H}(x, y) = \sum_{jk} h_{jk} y_j x_k, \qquad h_{jk} = \bar{h}_{kj}, \qquad h_{jj} = \text{réel},$$

telle, par suite, que $\overline{\mathrm{H}'} = \mathrm{H}$. Si l'expression $\mathrm{H}(x, \bar{x})$, toujours réelle, reste aussi constamment positive pour ne s'évanouir qu'avec tous les x à la fois, M. Lœwy (*Math. Ann.*, t. L, p. 560) dit que H est une forme *définie* d'Hermite; je dirai plus brièvement que H est un *hermitien*. Un hermitien *fournit* la substitution n — aire *hermitienne*.

$$\mathrm{H} = \left| x_j \quad \frac{\partial \mathrm{H}(x, y)}{\partial y_j} \right|.$$

» Je me propose de donner les propriétés principales de l'hermitien et de l'hermitienne.

» Nommons *unitaire* toute substitution n — aire U telle que $\overline{\mathrm{U}'}\mathrm{U} = \mathrm{E}$, $\overline{\mathrm{U}'} = \mathrm{U}^{-1}$. Si l'on effectue le changement de variables marqué par une n — aire R, l'hermitien H devient $\overline{\mathrm{R}'}\mathrm{HR}$, tandis que l'hermitienne devient $\mathrm{R}^{-1}\mathrm{HR}$. Le nouvel hermitien ne fournit plus la nouvelle hermitienne, à moins que R ne soit unitaire, *ce que l'on supposera toujours*. Voici les propriétés des H :

» I. H *a positifs son déterminant* $|\mathrm{H}|$ *et tous les mineurs principaux de* $|\mathrm{H}|$.

» II. *Transformant* H *par une unitaire convenable, on peut toujours mettre* H *sous la forme* canonique $\Sigma c_j x_j y_j$, $c_j =$ *positif;* tandis que les substitutions n — aires n'ont pas, en général, de forme canonique, quand l'équation caractéristique a des racines multiples.

» III. *Pour tout exposant entier* m *positif ou négatif*, H^m *est aussi un hermitien. Il existe toujours aussi* un *et* un seul *hermitien* A, *tel que* $\mathrm{A}^m = \mathrm{H}$. On peut écrire $\mathrm{A} = \sqrt[m]{\mathrm{H}} = \mathrm{H}^{\frac{1}{m}}$.

» IV. H *peut se mettre toujours sous la forme* $\mathrm{H} = \overline{\mathrm{P}'}\mathrm{P}$, $\mathrm{P} = n$ — *aire quel-*

conque. Pour H *donné, la formule générale des* P *est* $P = UH^{\frac{1}{2}}$, $U =$ *unitaire arbitraire*. Ainsi, tous les hermitiens procèdent de $E = \Sigma xy$, le plus simple d'entre eux, uniquement par un changement de variables non unitaire.

» V. *L'hermitienne unité, fournie par* E, *est la seule qui soit d'ordre fini ou unitaire*.

» VI. *Pour que diverses hermitiennes forment un groupe, il faut et il suffit qu'elles soient échangeables deux à deux.*

» Tout groupe G_n composé d'un nombre fini de substitutions n — aires S possède, comme on sait, un invariant absolu qui est un hermitien H, tel que $\overline{S'}HS = H$. Le théorème, remarqué par M. Picard dès 1887 pour $n = 2$ ou 3, a été étendu récemment à n quelconque (MM. Fuchs, Lœwy, Moore, etc.). Il existe d'ailleurs aussi des groupes d'ordre infini, à invariant. Tel est, par exemple, le groupe *unitaire* de toutes les unitaires, qui admet E pour invariant.

» VII. *Si un groupe* G *admet l'invariant* H, *le groupe*

$$H^{\frac{1}{2}} G H^{\frac{1}{2}}$$

sera unitaire.

» VIII. *Tout groupe qui admet deux invariants distincts est décomposable* (au sens de M. Jordan; ma Note du 11 mars 1901).

» Envisageons les x_j comme les coordonnées homogènes d'un point x dans un espace E à $n - 1$ dimensions.

» IX. *Le groupe unitaire permute transitivement* (au sens de Lie) *les points de* E. *Si une hermitienne ou une unitaire* A *laisse fixe le point* x, A *laisse aussi fixe le plan* $\overline{x}$.

» Si l'on se restreint au domaine réel, voici ce que l'on trouve :

» *Les unitaires réelles sont orthogonales. Un hermitien réel se met sous forme canonique par une substitution orthogonale, la racine* $m^{\text{ième}}$ *d'un hermitien réel est aussi réelle.* »

MÉCANIQUE. — *Sur une application des fonctions potentielles de la théorie de l'élasticité.* Note de MM. **Eugène** et **François Cosserat**.

« La méthode pour la détermination de la solution des équations de l'élasticité qui prend des valeurs données à la frontière d'un domaine, sur laquelle nous sommes revenus dans notre dernière Note, conduit à l'étude de trois fonctions uniformes d'un paramètre ξ.

» La méthode suivante, analogue à celle que Robin a suivie pour résoudre le problème de Dirichlet, donne un autre mode de détermination de ces fonctions; une condition, sinon nécessaire, du moins suffisante, pour sa validité, est que le paramètre ξ prenne des valeurs telles que l'expression

$$k = \frac{3\sqrt{3}\,|\xi| + 2}{|\xi + 2|} \tag{1}$$

reste inférieure à 3, c'est-à-dire que l'affixe de ξ soit à l'intérieur d'une certaine boucle d'ovale de Descartes. En se bornant aux valeurs réelles de ξ, la nouvelle solution est donc certainement valable quand ξ est compris entre $-\frac{4}{3(\sqrt{3}+1)}$ et $\frac{4}{3(\sqrt{3}-1)}$ et, *a fortiori*, entre $-0{,}48$ et $1{,}82$.

» Le problème que nous voulons résoudre est le suivant : trois fonctions u, v, w, vérifiant les équations

$$\Delta_2 u + \xi \frac{\partial\theta}{\partial x} = 0, \qquad \Delta_2 v + \xi \frac{\partial\theta}{\partial y} = 0, \qquad \Delta_2 w + \xi \frac{\partial\theta}{\partial z} = 0,$$

sont supposées remplir les conditions de continuité fondamentales à l'intérieur d'une surface fermée convexe S ; en outre, elles sont continues sur la surface, c'est-à-dire qu'on a $u_i = u_s$, $v_i = v_s$, $w_i = w_s$; u_s, v_s, w_s étant les valeurs relatives à un point M_s de la surface, et u_i, v_i, w_i les valeurs relatives au point M_i, situé sur la normale intérieure en M_s et infiniment voisin de M_s. Il s'agit de déterminer les valeurs u, v, w en tout point M intérieur à la surface S, connaissant les valeurs u_s, v_s, w_s en tout point de cette surface.

» Conservons les notations de nos Notes des 12 et 18 avril 1898, et envisageons la formule de Somigliana *généralisée* :

$$4\pi(Au + Bv + Cw) = \iint \Sigma u_s \mathcal{F}' \, ds - \iint \Sigma \mathcal{F}_i u' \, ds$$

que nous écrirons encore :

$$2(u, v, w) = (U, V, W)(u_s, v_s, w_s) - (\mathfrak{V}, \mathfrak{P}, \mathfrak{W})(\mathcal{F}_i, \mathcal{G}_i, \mathcal{H}_i). \tag{2}$$

» La fonction potentielle $(U, V, W)(u_s, v_s, w_s)$ est l'analogue du potentiel newtonien de double couche; elle est discontinue sur la surface S ; soit $(U_s, V_s, W_s)(u_s, v_s, w_s)$ sa valeur en un point M_s de cette surface, et $(U_i, V_i, W_i)(u_s, v_s, w_s)$ sa valeur au point M_i situé sur la normale inté-

rieure en M_s et infiniment voisin de M_s; on a

(3) $(U_i, V_i, W_i)(u_s, v_s, w_s) = (U_s, V_s, W_s)(u_s, v_s, w_s) + (u_s, v_s, w_s)$.

» Au contraire, l'effort (F_i, G_i, H_i) relatif au déplacement (U_i, V_i, W_i) est continu au travers de la surface S, et l'on a

(4) $(F_i, G_i, H_i)(u_s, v_s, w_s) = (F_s, G_s, H_s)(u_s, v_s, w_s)$.

» Pour simplifier les notations, écrivons

$$(U, V, W)(U_s, V_s, W_s)(u_s, v_s, w_s) = (U', V', W')(u_s, v_s, w_s)$$

et, plus généralement,

$$(U, V, W)(U_s^{(n-1)}, V_s^{(n-1)}, W_s^{(n-1)})(u_s, v_s, w_s) = (U^{(n)}, V^{(n)}, W^{(n)})(u_s, v_s, w_s).$$

De la formule (2), on déduit, en choisissant convenablement les fonctions arbitraires qui entrent dans la formule de Somigliana *généralisée*, que

$$2(\mathcal{F}_i, \mathcal{G}_i, \mathcal{H}_i) = (F_i, G_i, H_i)(u_s, v_s, w_s) - (U_i, V_i, W_i)(\mathcal{F}_i, \mathcal{G}_i, \mathcal{H}_i),$$

$(\mathcal{F}_i, \mathcal{G}_i, \mathcal{H}_i)$ étant l'effort relatif au déplacement (u_i, v_i, w_i). D'où, en tenant compte de (3) et (4),

$$(\mathcal{F}_i, \mathcal{G}_i, \mathcal{H}_i) = \tfrac{1}{3}(F_s, G_s, H_s)(u_s, v_s, w_s) - \tfrac{1}{3}(U_s, V_s, W_s)(\mathcal{F}_i, \mathcal{G}_i, \mathcal{H}_i).$$

» Par la substitution de cette valeur, l'équation (2) devient

$$\begin{aligned} 2(u, v, w) = {} & (U, V, W)(u_s, v_s, w_s) - \tfrac{1}{3}(\mathfrak{U}, \mathfrak{V}, \mathfrak{W})(F_s, G_s, H_s)(u_s, v_s, w_s) \\ & + \tfrac{1}{3}(\mathfrak{U}, \mathfrak{V}, \mathfrak{W})(U_s, V_s, W_s)(\mathcal{F}_i, \mathcal{G}_i, \mathcal{H}_i). \end{aligned}$$

» En répétant $n-1$ fois cette transformation, on a la formule

$$\begin{aligned} 2(u, v, w) = {} & (U, V, W)(u_s, v_s, w_s) - \tfrac{1}{3}(\mathfrak{U}, \mathfrak{V}, \mathfrak{W})(F_s, G_s, H_s)(u_s, v_s, w_s) + \ldots \\ & \pm \frac{1}{3^{n+2}}(\mathfrak{U}, \mathfrak{V}, \mathfrak{W})(U_s^{(n)}, V_s^{(n)}, W_s^{(n)})(F_s, G_s, H_s)(u_s, v_s, w_s) \\ & \mp \frac{1}{3^{n+2}}(\mathfrak{U}, \mathfrak{V}, \mathfrak{W})(U_s^{(n+1)}, V_s^{(n+1)}, W_s^{(n+1)})(\mathcal{F}_i, \mathcal{G}_i, \mathcal{H}_i). \end{aligned}$$

» Nous devons choisir les fonctions arbitraires qui entrent dans la formule de Somigliana *généralisée* de manière que

$$U = \frac{1}{2\pi}\int \frac{1}{\xi + 2}\left[2u_s + 3\xi\left(u_s\frac{x-a}{r} + v_s\frac{y-b}{r} + w_s\frac{z-c}{r}\right)\frac{x-a}{r}\right] d\omega,$$

$d\omega$ étant l'angle solide sous lequel l'élément ds de la surface S est vu du point M, avec des expressions analogues pour V et W.

» Si l'on désigne par D le plus grand des maxima de $|u_s|$, $|v_s|$, $|w_s|$, on trouve, k étant défini par la formule (1), que l'on a

$$|\mathrm{U}|, \quad |\mathrm{V}|, \quad |\mathrm{W}| \leqq k\mathrm{D}$$

et, d'une manière générale,

$$|\mathrm{U}^{(n)}|, \quad |\mathrm{V}^{(n)}|, \quad |\mathrm{W}^{(n)}| \leqq k^{n+1}\,\mathrm{D}.$$

» On en déduit que la série

$$\begin{aligned} 2(u, v, w) = (\mathrm{U}, \mathrm{V}, \mathrm{W})(u_s, v_s, w_s) - \tfrac{1}{3}(\mathfrak{U}, \mathfrak{V}, \mathfrak{W})(\mathrm{F}_s, \mathrm{G}_s, \mathrm{H}_s)(u_s v_s, w_s) \\ + \tfrac{1}{3^2}(\mathfrak{U}, \mathfrak{V}, \mathfrak{W})(\mathrm{U}_s, \mathrm{V}_s, \mathrm{W}_s)(\mathrm{F}_s, \mathrm{G}_s, \mathrm{H}_s)(u_s, v_s, w_s) - \ldots \end{aligned}$$

est convergente lorsque k est inférieur à 3.

» Les considérations précédentes donnent naturellement lieu à des observations analogues à celles qui peuvent être faites à l'égard de la méthode de Robin ; ces observations ont trait à la façon dont se comportent à la frontière les dérivées des inconnues, et en particulier les efforts ; elles font apparaître des obstacles, plus pénibles à surmonter que dans le problème de Dirichlet, qui constituent, pour une grande part, la difficulté propre aux problèmes relatifs à l'équilibre d'un corps élastique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la cohésion diélectrique des gaz. Influence de la paroi.* Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« Je rappelle qu'une masse gazeuse, placée dans un champ uniforme, livre passage à de l'électricité dès que le champ électrostatique dépasse une certaine limite au-dessous de laquelle le gaz est un diélectrique parfait.

» Il importait d'étudier expérimentalement le rôle de la paroi diélectrique.

» 1° Si le ballon contenant le gaz était rigoureusement sphérique et d'épaisseur constante, enfin s'il était constitué par un diélectrique parfait, le champ intérieur au ballon serait uniforme, mais un peu inférieur au champ externe. Par exemple, avec un rayon de $0^{\mathrm{m}},03$, une constante diélectrique égale à 2,25 et une épaisseur de parois de 1^{mm}, 2^{mm} ou 3^{mm}, le champ intérieur serait inférieur au champ externe d'environ 1,5, 3 et 4,5 pour 100. J'ai pu manifester cette influence de l'épaisseur des parois à l'aide d'un ballon dont la surface interne avait été revêtue de la couche la plus mince possible de paraffine. Après une série de mesures du champ critique, j'ai

coulé à l'intérieur de ce ballon et répandu de manière à peu près uniforme une quantité de paraffine suffisante pour que l'épaisseur primitive du verre fût plus que doublée. Les valeurs du champ externe nécessaires pour amener le phénomène critique ont augmenté en moyenne de 3 pour 100.

» Ajoutons que, les ballons en verre soufflé ne pouvant avoir une forme géométrique définie, surtout s'ils sont plats, le champ intérieur ne peut être considéré comme rigoureusement uniforme. Il doit en résulter, et l'on constate expérimentalement qu'il en résulte, de faibles décharges locales précédant et annonçant la décharge uniforme qui intéresse la masse entière du gaz. Cette *zone critique* peut embrasser, par exemple, une amplitude de 1 pour 100 de part et d'autre de la valeur moyenne du champ critique.

» 2° D'ailleurs on ne constate aucune action *proprement spécifique* de la matière diélectrique en contact avec le gaz. Un ballon plat, à paroi primitivement nue, a été revêtu intérieurement d'une couche mince de paraffine ou de soufre. Il n'en est résulté aucune variation appréciable des champs critiques. J'ai même pu recouvrir le fond plat du ballon d'une couche de grenaille de plomb très fine ou enfin d'une large goutte de mercure de $0^m,06$ de diamètre. L'introduction, au contact du gaz, de ces corps conducteurs d'épaisseur finie n'a produit d'autre effet que la variation prévue du champ intérieur et de la capacité du condensateur; elle n'a rien changé aux phénomènes critiques.

» 3° J'ai déjà annoncé que le passage de l'électricité à travers la masse gazeuse est accompagné de luminescence du gaz. On aperçoit un *éclair de charge* et un *éclair de décharge*, tous deux très nets quand le champ employé est notablement supérieur au champ critique. On peut observer ces éclairs même au voisinage immédiat du champ critique, même dans la région du champ critique minimum, en faisant l'obscurité la plus complète possible dans la salle où l'on se trouve et en plaçant tout l'appareil dans une enceinte fermée présentant un seul orifice par lequel on regarde. Le champ critique ainsi détreminé par l'apparition de la première lueur perceptible coïncide d'une manière remarquable avec le champ critique déterminé par la mesure des capacités.

» Les éclairs sont toujours instantanés, mais l'éclair de charge au voisinage du champ critique subit parfois un retard par rapport à l'établissement du champ. Je pense qu'il ne faut attribuer ce retard qu'à l'imperfection des propriétés diélectriques de la paroi dont la constante diélectrique est fonction du temps.

» Souvent, au voisinage immédiat du champ critique, l'éclair de décharge est visiblement plus pâle que l'éclair de charge, ou même fait défaut. L'électricité qui a traversé le gaz à l'instant de la charge du condensateur est alors demeurée, en partie ou en totalité, sur la paroi. Si l'on soumet le gaz à des champs extérieurs croissants de même signe que le précédent on ne verra plus d'éclairs jusqu'à ce que le champ ait augmenté de 10 ou 20 pour 100, par exemple. Au contraire, un champ de sens contraire de 10 à 20 pour 100 moins intense pourra se montrer efficace.

» Tout ceci est confirmé par la mesure des capacités. On peut même fonder une méthode de détermination du champ critique sur l'observation des charges adhérentes à la paroi. A cet effet, le condensateur est chargé, puis fermé sur lui-même en présence du ballon à gaz. On le ramène ensuite en arrière, et l'on constate s'il emporte ou non une décharge résiduelle. Il est curieux de signaler que ce phénomène de charges adhérentes à la paroi ne se produit *jamais* quand on fait usage de champs très supérieurs au champ critique.

» En résumé, l'étude des perturbations amenées par la paroi établit que le phénomène critique est en lui-même tout à fait indépendant de la matière isolante qui emprisonne le gaz. Celle-ci n'agit qu'indirectement, en modifiant d'une manière plus ou moins irrégulière le champ qui règne au sein de la masse gazeuse. »

OPTIQUE. — *Réseaux obtenus par la photographie de franges rigoureusement achromatiques*. Note de M. G. Meslin, présentée par M. Mascart.

« Les franges d'interférence que j'ai étudiées, il y a quelques années (¹), sous le nom de *franges rigoureusement achromatiques*, permettent d'obtenir par la Photographie des réseaux dont la période est arbitraire.

» J'avais alors réalisé la photographie de ces franges en utilisant l'objectif d'un microscope et en mettant une lame sensibilisée à la place de l'oculaire, le tube de l'appareil étant ainsi converti en chambre noire; les clichés obtenus de la sorte (qui ont été reproduits dans le Mémoire inséré aux *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. III, p. 374, et dans une Note parue dans le *Journal de Physique*, 3ᵉ série, t. III, p. 338) sont, en réa-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 225, 339, 482.

lité, des agrandissements du réseau constitué par l'ensemble de ces franges équidistantes.

» Mais, au lieu d'un agrandissement, on peut obtenir le réseau lui-même, en plaçant dans la région où se produisent ces franges une couche sensible suffisamment homogène, en raison du rapprochement des traits que l'on doit obtenir.

» L'avantage qui résulte de l'emploi de ces *franges rigoureusement achromatiques* provient de ce que, étant indépendantes de la longueur d'onde, elles n'exigent pas une lumière monochromatique; elles se forment et peuvent être photographiées avec une source quelconque, par exemple avec la lumière solaire, avec laquelle le phénomène est particulièrement brillant et facile à régler.

» Je rappelle que ces franges se produisent dans la région antérieure à un réseau lorsqu'il est éclairé de l'autre côté par la lumière venant d'une fente étroite parallèle aux traits du réseau; on résume ce qui est relatif à leur disposition en disant qu'elles sont les projections dans l'espace des différentes *lignes du réseau* vues d'un point de la fente, en appelant *lignes du réseau* le milieu de chaque intervalle transparent, ainsi que le milieu de chaque intervalle opaque.

» Ces franges ne sont pas localisées, et l'on a deux limites assez écartées l'une de l'autre pour la position que l'on doit donner à la plaque sensible suivant l'intervalle de traits que l'on veut réaliser.

» Toutefois, l'espace où se produisent les franges peut se diviser en deux régions principales, la région la plus éloignée où les franges sont identiques entre elles par suite de l'action identique de deux lignes consécutives du réseau, et la région plus rapprochée où les franges présentent des colorations alternées provenant de la différence d'action de deux traits consécutifs (ligne transparente et ligne opaque); si l'on désigne par s la période du réseau primitif et par d et d' les distances de la fente au réseau et à la plaque, la période du nouveau réseau sera $\frac{1}{2}s\frac{d'}{d}$ dans la première région; mais elle sera $s\frac{d'}{d}$ dans la seconde, par suite d'une alternance semblable qui se manifeste sur les clichés.

» J'ai réalisé ces réseaux sur des couches de gélatine bichromatée parfaitement homogène; les lames de verre gélatiné étaient placées dans une petite chambre noire constituée de la façon suivante : on se servait d'un obturateur photographique (obturateur Mattioli) dont le collier placé ordinairement sur le tube objectif enserrait cette

fois par sa bague de caoutchouc une boîte en carton contenant la plaque et chargée en lumière jaune; l'obturateur était ensuite installé dans la région où se produisaient les franges, et en pressant sur la poire on faisait une pose de plusieurs minutes, puis on développait à l'eau tiède.

» En opérant de la sorte avec un réseau au $\frac{1}{50}$, j'en ai obtenu un autre au $\frac{1}{58}$ présentant l'*effet réseau;* sa période était conforme à celle qui résulte de la formule précédente, *d* étant égal à 4^{cm}.

» On pourrait avoir des réseaux dont la période serait plus petite, en formant à l'aide d'une lentille l'image de la fente dans la région antérieure, et en plaçant la couche sensible entre cette image et le réseau que la lumière aurait précédemment traversé. »

PHYSIQUE. — *Sur la nature des rayons X.* Note de M. **Jules Semenov**, présentée par M. Lippmann.

« On sait que les rayons X, sortant du tube *focus*, ont plus d'intensité et sont plus pénétrants que les rayons émanant directement de la cathode d'un tube simple. En outre, la matière de l'anticathode joue un grand rôle dans la production de ces rayons.

» En étudiant l'émission des différentes parties d'un tube bianodique à anticathode de platine, j'ai pu constater les faits suivants :

» 1° L'anticathode émet les rayons par ses deux faces (antérieure et postérieure) et de la même façon, mais l'intensité des rayons antérieurs est supérieure à celle des rayons postérieurs.

» 2° L'anticathode n'émet de rayons que si elle porte une charge électrique. Reliée métalliquement au sol, elle n'engendre presque pas de rayons.

» 3° Les rayons provenant directement de la cathode ont une intensité de beaucoup inférieure à celle des rayons anticathodiques postérieurs et sont, sous ce rapport, comparables aux rayons émis par les parois du tube.

» Dans ces expériences, les deux pôles du tube bianodique se trouvaient reliés aux deux pôles de la bobine, l'anticathode étant en communication tantôt avec l'anode, tantôt avec le sol.

» Dans une autre série d'expériences, l'un des pôles du tube bianodique était en communication avec le sol et l'autre avec le pôle du même nom d'un tube *focus* actionné par une bobine d'induction. L'anticathode

du tube bianodique était tantôt en communication avec l'anode, tantôt restait libre. Les résultats furent absolument identiques aux précédents.

» J'ai passé ensuite à la production unipolaire des rayons X.

» A cet effet, les trois électrodes du tube bianodique, préalablement reliées entre elles, étaient mises en communication avec un des pôles d'un tube *focus* actionné par la bobine.

» Dans ces conditions, le tube bianodique présentait les mêmes phénomènes lumineux que dans son fonctionnement naturel, quel que fût le pôle du tube *focus* avec lequel il se trouvait relié, mais leur éclat était très faible. L'électrode, qui dans les conditions ordinaires joue le rôle d'anticathode, émettait des rayons X d'une intensité très faible, mais possédant cependant les mêmes propriétés que les rayons X d'un tube bipolaire.

» J'ai remplacé le tube bianodique par un tube barométrique de $0^m,85$ de long, rempli de mercure et plongeant verticalement dans un godet en verre rempli de mercure, et j'établissais la communication du mercure avec un des pôles du tube *focus*, actionné par la bobine. Dans le vide barométrique, au-dessus du mercure il se produisait une lueur bleuâtre à peine perceptible, et les parois de la chambre barométrique devenaient fluorescentes.

» A l'extérieur de la chambre barométrique, dans son voisinage immédiat, l'écran au platinocyanure de baryum devenait fluorescent, et les pellicules sensibles enveloppées dans du papier noir étaient impressionnées. Il y a donc, dans ces conditions, production unipolaire de rayons analogues aux rayons X.

» Dans toutes ces expériences, une condition était toujours et invariablement nécessaire pour la production des rayons X. C'est la présence d'un tube de Crookes dans le circuit du secondaire de la bobine d'induction. Ce tube jouait le rôle d'excitateur de Hertz, d'une très haute fréquence.

» Les oscillations, produites dans un excitateur ordinaire, en raison de leur grandeur, ne sont transmissibles que par l'intermédiaire de la matière. Par contre, les vibrations de l'excitateur formé par un tube de Crookes, grâce à leur très haute fréquence, peuvent se propager par l'intermédiaire de l'*éther* sous forme de rayons.

» Dans mes expériences de production unipolaire des rayons X, les vibrations se montraient dans le secondaire de la bobine, par suite de la présence du tube *focus;* elles se communiquaient au tube bianodique,

fonctionnant comme tube unipolaire à trois électrodes, et donnaient naissance aux rayons X. Des phénomènes analogues se produisaient dans le tube barométrique.

» Dans ma Note précédente ([1]), j'ai décrit la décharge par les rayons X d'un électroscope à mercure, et j'ai émis alors l'hypothèse d'après laquelle la perte d'électricité des conducteurs frappés par les rayons X a lieu par rayonnement.

» En effet, tout conducteur mis en présence d'un tube de Crookes, actionné par une bobine d'induction, joue le rôle d'un résonnateur devenu le foyer d'émission de rayons que M. Sagnac a appelés *rayons secondaires*. Le conducteur étant chargé, la charge augmente l'intensité du rayonnement. Telle est la cause par laquelle l'anticathode du tube bianodique, mise en communication avec l'anode ou laissée libre, émet beaucoup plus de rayons X que lorsqu'elle est en communication avec le sol.

» *Conclusions.* — Les rayons X représentent les directions de transmission, par l'intermédiaire de l'éther, des vibrations électriques. Ces vibrations se communiquent à tous les corps qu'elles rencontrent sur leur passage. Lorsque ces corps sont chargés d'électricité et qu'ils sont protégés contre la décharge par convection, ils perdent leur charge *par rayonnement.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide hypophosphoreux sur l'acétone.* Note de M. C. Marie, présentée par M. H. Moissan.

« L'acide hypophosphoreux cristallisable ne semble pas réagir quand on le chauffe avec l'acétone; il paraît n'y avoir que simple dissolution. Cependant, cette solution étant maintenue à l'ébullition, si l'on note la température à laquelle celle-ci s'effectue, on constate qu'elle s'élève régulièrement; en même temps le liquide, d'abord incolore et mobile, devient de plus en plus visqueux et se colore en brun. C'est ainsi que, en soixante-dix heures environ, le point d'ébullition s'élève de 62° à 69° par une solution de 250^{gr} d'acide dans 400^{gr} d'acétone. Cette élévation montre qu'il y a eu condensation entre le solvant et le corps dissous; d'ailleurs, si, à ce moment, on laisse refroidir, il se fait en quelques heures un dépôt de cristaux qui sont séparés à la trompe et lavés avec un peu d'acétone froide

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1320.

pour éliminer le liquide coloré qui les imprègne. L'acétone de lavage est réunie au premier liquide séparé, et le tout est remis à bouillir pendant quelques jours jusqu'à ce que, par refroidissement, on obtienne une nouvelle cristallisation. Celle-ci est recueillie, lavée, etc., et l'on pourrait ainsi, vraisemblablement, amener la réaction à être totale s'il n'était préférable de s'arrêter quand on a réuni un poids de cristaux à peu près égal à celui de l'acide hypophosphoreux primitivement employé, et de réserver la solution pour en extraire deux autres corps que nous verrons par la suite.

» Les cristaux ainsi obtenus sont réunis, lavés soigneusement à l'acétone froide, où ils ne sont que peu solubles, puis sont recristallisés une ou deux fois dans l'alcool bouillant. Après cette purification, ils fondent au bloc Maquenne à 180°-181° en se décomposant et donnent à l'analyse des chiffres répondant à la formule

$$C^6H^{15}O^4P = 2PO^2H^3 + 2C^3H^6O.$$

» Ce corps est un acide monobasique, rougissant fortement le tournesol et décomposant facilement les carbonates en donnant des sels cristallisables. Ses cristaux paraissent monocliniques; ils sont tendres et se clivent facilement soit en grandes lames, soit en filaments ténus.

» La solution acétonique colorée, de laquelle s'est séparé le corps précédent, est distillée pour éliminer l'excès d'acétone, additionnée d'un excès d'eau, puis saturée par le carbonate de plomb. La solution neutre est filtrée pour séparer un précipité que nous étudierons plus loin, puis concentrée au bain-marie jusqu'à ce que, par refroidissement, elle donne une masse vitreuse. Cette masse est pulvérisée, séchée complètement, puis dissoute dans de l'alcool à 95° bouillant, auquel avec précaution on ajoute quelques centimètres cubes d'eau pour arriver à une dissolution complète. Par refroidissement, on obtient un sel en croûtes dures (environ 500^{gr} de sel brut pour les proportions indiquées plus haut). Ces cristaux sont dissous dans l'eau; la solution est débarrassée de plomb par H^2S, évaporée à l'abri de l'air, puis finalement dans le vide pour chasser les dernières traces d'eau. On obtient ainsi une masse fondue qui se solidifie dans un mélange réfrigérant ou plus facilement par un germe, si l'on en possède.

» Le produit ainsi obtenu est blanc, cristallisé, extrêmement soluble dans l'eau ou l'alcool et très hygroscopique. Son point de fusion, pris sur une grande masse, est situé à 40°-41°. C'est un acide fort, monobasique, décomposant les carbonates en donnant des sels qui, en solution aqueuse, paraissent incristallisables.

» Son analyse et celle de son sel de plomb conduisent à la formule

$$C^3H^9O^3P = PO^2H^3 + C^3H^6O.$$

» Quant au sel insoluble de la saturation par CO^3Pb, on le lave à fond, puis on le décompose par H^2S après l'avoir mis en suspension dans l'eau. La solution séparée du PbS est évaporée à sec. On obtient ainsi, après refroidissement, une bouillie cristalline qui est essorée pour enlever le liquide coloré qui imprègne les cristaux. Ceux-ci sont recristallisés dans l'acide acétique bouillant. Ainsi purifiés ils fondent à 169°-170° en se décomposant et répondent, d'après leur analyse, à la formule

$$C^3H^9O^4P = PO^3H^3 + C^3H^6O.$$

» Ce corps est un acide bibasique caractérisé par l'insolubilité de son sel de plomb.

» Je me propose de donner ultérieurement la constitution probable de ces acides, les relations qu'ils présentent entre eux, et je décrirai leurs principaux sels et dérivés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation de l'oxyde de cérium pur.* Note de M. **Jean Sterba**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons repris l'étude de l'oxyde de cérium afin de vérifier si le cérium est voisin du titane et du zirconium dans le système périodique, et aussi afin d'étudier ses propriétés à l'état cristallisé.

» L'oxyde que nous avons employé provenait de la monazite. Il avait été purifié par la méthode de Debray, mais la solution neutre possédait encore un spectre d'absorption très net. Par six traitements soigneusement répétés, d'après la méthode de Mosander (¹), nous n'avons pu faire disparaître le spectre d'absorption. Nous nous sommes alors adressé à l'excellente méthode de MM. Wirouboff et Verneuil (²), méthode que nous avons cru devoir modifier pour la rendre plus rapide tout en lui conservant sa grande précision.

» Si l'on électrolyse une solution de nitrate céreux, acidifiée par l'acide azotique, la plus grande partie du composé se transforme en nitrate cérique, sans formation de

(¹) Mosander, *Journal für praktische Chemie*, t. XXX, p. 267.

(²) Wirouboff et Verneuil, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1230.

précipité. La réaction se fait en trois ou quatre heures à la température ordinaire et n'est pas modifiée par la présence de l'azotate d'ammonium. Le nitrate céreux était préparé par dissolution de l'oxalate dans l'acide nitrique. La liqueur, contenant 1 pour 100 d'acide libre, est électrolysée dans une capsule de platine servant d'anode; la cathode est formée d'une lame de même métal. Avec un courant de $N.D._{100}$, 0,5 à 0,7 ampère et 2 volts, l'opération dure trois heures. Si la solution n'est pas suffisamment acide, après une demi-heure il se forme un précipité jaune-citron qui se redissout par l'addition de quelques centimètres cubes d'acide. La liqueur reste ensuite limpide pendant toute l'électrolyse. Nous l'étendons alors de vingt volumes d'eau, la neutralisation par l'ammoniaque étendue détermine la formation d'un précipité jaune pâle. Après avoir ajouté de nouveau de l'eau pour qu'il ne reste qu'une partie de cérium dans trente parties d'eau, nous ajoutons au liquide 1gr de sulfate d'ammonium par litre. Le précipité recueilli est très pur. Nous le lavons avec une solution contenant 5 pour 100 d'azotate et 1 pour 100 de sulfate d'ammonium par litre. Ce dernier sel, tout en facilitant les lavages, maintient l'insolubilité du précipité. Le précipité, lavé six à huit fois, est redissous dans l'acide nitrique, évaporé au bain-marie et la solution, reprise par l'eau, est additionnée, sans s'occuper du dépôt formé, de 5 pour 100 de nitrate d'ammonium. Le traitement de la liqueur par l'électrolyse est répété aussi longtemps que le cérium en solution n'est pas privé de spectre d'absorption. Les eaux de lavages donnent par le carbonate d'ammonium un précipité qui, transformé en azotate, est purifié par le même procédé. Dès la troisième opération le cérium était absolument pur, cependant nous avons effectué cinq opérations.

» Il est à remarquer que le précipité ainsi obtenu, calciné au chalumeau, ne donne pas toujours de l'oxyde de cérium blanc, mais une masse pulvérulente plus ou moins brune. Ce cas se présente en particulier lorsque l'azotate d'ammonium ne contient pas de sulfates; s'il y a des traces d'acide sulfurique le précipité est plus fin, sa couleur plus claire, et il donne directement de l'oxyde blanc par calcination.

» Par l'emploi de cette méthode nous avons réussi à purifier le cérium de toutes les terres rares, mais le thorium n'était pas séparé; nous avons dissous le précipité dans l'acide sulfurique étendu, saturé par du sulfate de soude suivant la méthode de M. Brauner (¹); après transformation en oxalate puis en nitrate, nous avons employé l'eau oxygénée pour terminer la purification suivant MM. Wirouboff et Verneuil (²).

» L'oxyde obtenu par calcination de l'oxalate n'est pas absolument blanc, après refroidissement il est jaune pâle, volumineux, et sa densité dans l'essence de térébenthine à 17° est de 6,405.

» Le poids varie un peu par calcination, et la couleur devient plus rose. Une analyse nous décela la présence d'une trace d'acide nitrique. Par fusion avec la potasse, l'oxyde lavé à l'eau puis à l'acide azotique, qui alors ne peut s'y combiner, est devenu parfaitement blanc. Nous attribuons à des traces d'azoture formées à haute température la coloration que nous avons observée.

» L'oxyde de cérium obtenu par une forte calcination du sulfate ou l'oxyde cristal-

---

(¹) Bohuslav Brauner, *Journal of chemical Society*, t. LXXIII, p. 951.

(²) Wirouboff et Verneuil, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 340.

lisé ne se colore que très peu dans les mêmes conditions. En milieu réducteur, la couleur de l'oxyde est très différente. L'hydrogène pur ne contenant pas d'oxygène réduit en partie l'oxyde CeO^2. Cette réduction, fonction de la température, est très limitée; nous avons trouvé des pertes de poids de 0,698 à 1,246 pour 100. Le corps obtenu est bleu indigo foncé, stable à l'air sec, oxydable à l'air humide. Chauffé à l'air, il absorbe l'oxygène sans incandescence. Les acides les plus faibles forment des sels de cérium, le mélange $KI + HCl$ dégage de l'iode, ce qui indique qu'il est formé de CeO^2 et de Ce^2O^3. En chauffant l'oxyde de cérium avec du zinc pur, nous avons obtenu une matière analogue que nous n'avons pu séparer de l'oxyde de zinc. Le cadmium dans les mêmes conditions ne nous a pas donné de réduction.

» *En résumé :* 1° Nous avons modifié la méthode de MM. Wirouboff et Verneuil, afin de la rendre plus rapide par l'emploi de l'électrolyse comme agent d'oxydation.

» 2° L'oxyde de cérium parfaitement pur peut être coloré d'une façon très sensible, mais par l'élimination de l'azote il devient blanc de neige.

» 3° L'action de l'hydrogène sur l'oxyde de cérium donne une réduction incomplète et formation de Ce^2O^3. Le zinc réduit aussi l'oxyde CeO^2. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique des hydrates de soude solides.* Note de M. de Forcrand.

« I. M. Berthelot (¹) a donné pour chaleur de dissolution de NaOH $+ 9^{Cal},78$ à $+ 10°,5$, tandis qu'un échantillon de soude pure du commerce, de composition $NaOH + 0,76H^2O$, fournissait $+ 7^{Cal},31$.

» D'autre part, Thomsen (²) donne $+ 9^{Cal},94$ comme chaleur de dissolution de NaOH à $+ 17°,32$.

» J'ai repris ces expériences, comme je l'avais fait précédemment pour la potasse, afin de découvrir les hydrates solides qui peuvent exister. Les échantillons de soude employés étaient dissous à la même température (entre 21° et 22°) dans le même excès d'eau (état final : $NaOH + 150$ à $170H^2O$).

» II. J'ai obtenu les chaleurs de dissolution suivantes :

	Cal
NaOH	+10,305
$NaOH + 0,30\ H^2O$	+ 9,29
» $+ 0,34\ H^2O$	+ 9,01

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5ᵉ série, t. IV, p. 521.
(²) *Thermochemische Untersuchungen*, t. III, p. 230.

$NaOH + 0,525 H^2O$	+ 8,08
» $+ 0,644 H^2O$	+ 7,22
» $+ 0,799 H^2O$	+ 6,19
» $+ 0,807 H^2O$	+ 6,21
» $+ 0,825 H^2O$	+ 5,94
» $+ 0,854 H^2O$	+ 6,32
» $+ 0,994 H^2O$	+ 5,30
» $+ 1,15 H^2O$	+ 4,96

» Pour interpréter ces expériences, il faut évidemment prendre la moyenne des résultats qui correspondent à une composition très voisine, comme dans les expériences 2 et 3 et encore dans les quatre expériences où l'hydratation varie seulement de 0,799 à 0,854 H^2O. Quant au dernier nombre, c'est le seul qui n'ait pas été obtenu avec un hydrate préalablement fondu. J'ai préparé $NaOH + 1,15 H^2O$ en faisant dissoudre $NaOH + 0,34 H^2O$ dans son poids d'eau et recueillant les cristaux formés par refroidissement à + 15°. C'est une matière feutrée, formée de longues aiguilles soyeuses. Elles ont été desséchées, mais certainement incomplètement, sur des plaques poreuses à l'abri de l'air; elles retiennent sans doute un peu d'eaux mères dont la composition ($NaOH + 2,5 H^2O$) et la chaleur de dissolution sont connues d'après les expériences de M. Berthelot. En en tenant compte, on trouve que la dissolution de $NaOH + H^2O$ solide pur dégagerait $+ 5^{Cal},10$, nombre qui concorde avec l'avant-dernier résultat.

Ces calculs étant effectués, on peut dresser le Tableau suivant :

	Q = Chaleur de dissolution.	10,305 — Q.	10,305 — Q. Calculé pour H^2O.	Q — Q' [1].	Q — Q'. Calculé pour H^2O.
NaOH	+10,305				
$NaOH + 0,32 H^2O$..	+ 9,15	1,155	3,61	1,155	3,61
$NaOH + 0,525 H^2O$.	+ 8,08	2,225	4,24	1,07	5,22
$NaOH + 0,644 H^2O$.	+ 7,22	3,085	4,79	0,86	7,23
$NaOH + 0,821 H^2O$.	+ 6,18	4,125	5,02	1,04	5,87
$NaOH + H^2O$	+ 5,20	5,105	5,11	0,98	5,69

» III. Ces faits conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° Le nombre trouvé $(+ 10^{Cal},305)$ pour la chaleur de dissolution de NaOH à + 21°,5 est plus élevé que celui que donne M. Berthelot : $+ 9^{Cal},78$ à + 10°,5. La différence est de $+ 0^{Cal},525$ pour 11°, soit $+ 0^{Cal},048$ par degré. On a donc, comme chaleur de dissolution de NaOH,

$$+ 9^{Cal},78 + 0,048(t - 10);$$

c'est la même valeur de correction que pour la potasse (0,049).

---

(1) Différence entre deux nombres consécutifs de la première colonne.

» 2° La dernière colonne du Tableau indique pour les quantités d'eau fixées progressivement un maximum assez net pour $NaOH + 0,644 H^2O$. Il existe donc un hydrate défini $NaOH + \frac{2}{3} H^2O$ ou $3 NaOH + 2 H^2O$, en outre de l'hydrate déjà connu $NaOH + H^2O$.

» Rien n'indique l'existence d'autres composés intermédiaires.

» Les formules des hydrates solides les moins hydratés, formés par la soude et par la potasse, seraient donc :

Soude......	$3 NaOH + 2 H^2O$	Potasse.....	$2 KOH + H^2O$
	$NaOH + H^2O$		$KOH + H^2O$
	$2 NaOH + 7 H^2O$ (¹)		$KOH + 2 H^2O$

» 3° Les premières portions d'eau fixées sur $NaOH$ dégagent moins de chaleur que les suivantes, jusqu'à $NaOH + H^2O$, de sorte que, si l'on divise par tiers la molécule d'eau liquide combinée à $NaOH$, on trouve que la première fraction dégage seulement $+ 1^{Cal},2$, la seconde $+ 1^{Cal},9$ et la troisième $+ 2^{Cal},0$ (total : $+ 5^{Cal},1$). Déjà la potasse avait montré une anomalie du même genre, mais seulement jusqu'à $KOH + \frac{1}{2} H^2O$.

» Il me paraît impossible d'expliquer ce phénomène singulier. Je remarque seulement que les différences observées dépassent certainement les erreurs possibles des expériences (du moins la première), et qu'elles ne peuvent être attribuées ni à une impureté, ni à des écarts de températures ou de dilution. On ne peut même pas invoquer certains changements moléculaires, qui ne se produiraient que lentement après la fusion de ces corps, car un échantillon ayant pour composition $NaOH + 0,35 H^2O$, préparé il y a plus d'une année, a donné récemment pour chaleur de dissolution $+ 9^{Cal},13$ absolument comme ceux que j'avais dissous le lendemain de leur préparation; notons d'ailleurs qu'il est déjà des exemples de faits du même genre; car, d'après Thomsen, certains sels métalliques fixent les premières molécules d'eau avec moins d'énergie que les suivantes ou les dernières, contrairement à la règle générale. Cette particularité réclame évidemment de nouvelles études d'ensemble.

» 4° Si la potasse exempte d'eau, KOH, est plus avide d'eau que la soude $NaOH$ (chaleurs de dissolution $+ 12,95$ et $+ 10,305$) et doit être considérée comme un meilleur déshydratant, il en est autrement pour la plupart des échantillons que le commerce nous livre comme potasse et soude pures, et qui contiennent toujours une proportion d'eau notable et

(¹) Je n'ai pas étudié ce composé, déjà décrit, qui fond à $+ 6°$.

véritablement exagérée. Les deux courbes des chaleurs de dissolution se coupent en un point qui correspond à $KOH + \frac{1}{3}H^2O$ et $NaOH + \frac{1}{3}H^2O$, de sorte que deux échantillons de cette composition sont également avides d'eau; mais lorsque le degré d'hydratation devient plus élevé, ce qui arrive presque constamment, c'est au contraire la soude qui dégage le plus de chaleur en se dissolvant dans l'eau. »

CHIMIE. — *Action de l'hydrate cuivrique sur les dissolutions des sels métalliques.* Note de M. A. MAILHE.

« Dans deux Notes précédentes ([1]) j'ai montré l'action exercée par l'oxyde mercurique sur les dissolutions des divers sels métalliques. Je me propose de faire connaître aujourd'hui l'action des hydrates de cuivre sur les dissolutions de quelques sels, en particulier sur les chlorures et les bromures. J'ai employé, dans cette étude, deux hydrates bien définis, l'hydrate bleu de Péligot, répondant à la formule $Cu(OH)^2$, et l'hydrate tétracuivrique $Cu^4O^3(OH)^2$, dont la constitution a été établie par M. P. Sabatier ([2]); dans certains cas enfin je me suis servi d'oxyde de cuivre noir.

» I. *Sels de mercure.* — L'hydrate tétracuivrique et l'oxyde de cuivre noir n'exercent aucune action ni à froid, ni à chaud, sur les dissolutions de sublimé ou de bromure de mercure. L'hydrate bleu de Péligot n'a subi aucun changement au contact d'une dissolution de bichlorure de mercure, même au bout de plusieurs mois; mais en faisant bouillir cet hydrate avec une solution de chlorure mercurique il s'est transformé en une poudre verte amorphe, qui a présenté la composition d'un chlorure basique mixte de mercure et de cuivre, de formule

$$HgCl^2 3CuO, H^2O.$$

» II. *Sels de zinc.* — Lorsque l'on met en présence d'une solution de *chlorure de zinc* une certaine quantité de l'hydrate tétracuivrique noir, il se change peu à peu en une poudre cristalline bleue, qui apparaît au microscope sous forme de petits hexagones ou de petites lames, présentant la composition d'un chlorure basique double de zinc et de cuivre, de formule

$$ZnCl^2 3CuO, 4H^2O.$$

» Ce même sel s'obtient plus rapidement lorsqu'on chauffe l'hydrate tétracuivrique en présence de chlorure de zinc.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 28 mai 1901; t. CXXXII, 24 juin 1901.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 101 et 301; 1897.

» Le bromure de zinc présente une réaction parallèle. A froid, l'hydrate tétracuivrique se change lentement, dans une solution de bromure de zinc, en une poudre verte qui apparaît au microscope en petits cristaux groupés en étoiles à six branches. A l'analyse elle présente la composition d'un bromure basique mixte

$$ZuBr^2 3CuO, 4H^2O.$$

» Ce même bromure mixte s'obtient plus rapidement à l'ébullition.

» L'oxyde de cuivre noir, chauffé pendant quelque temps avec une solution de bromure de zinc, se transforme en une poudre cristalline verte formée de petits hexagones ayant la composition d'un bromure basique mixte

$$ZuBr^2 3CuO, 2H^2O.$$

» III. *Sels de manganèse.* — L'hydrate tétracuivrique se transforme assez rapidement à froid, en présence d'une solution de chlorure de manganèse, en une poudre verte apparaissant au microscope sous forme de petits hexagones, ayant la composition d'un chlorure basique mixte

$$MnCl^2 2CuO, 6H^2O.$$

» Cette même poudre verte s'obtient plus rapidement à l'ébullition.

» L'hydrate bleu se change, au sein d'une solution de chlorure de manganèse, en une poudre verte amorphe, de même composition que la précédente.

» IV. *Sels de cobalt.* — En présence d'une solution assez peu concentrée de chlorure de cobalt, l'hydrate tétracuivrique se transforme peu à peu en une poudre verte cristalline, ayant la composition d'un chlorure mixte basique de cobalt et de cuivre

$$CoCl^2 3CuO, 4H^2O.$$

» La même poudre verte, se présentant au microscope sous forme d'hexagones très petits, s'obtient très rapidement par l'ébullition de l'hydrate tétracuivrique avec le chlorure de cobalt en solution.

» Avec l'hydrate bleu de Péligot on n'obtient jamais qu'un précipité amorphe vert, qui présente la même composition que les chlorures mixtes précédents. L'oxyde de cuivre noir, au contraire, donne par ébullition prolongée avec le chlorure de cobalt un précipité gris cristallisé.

» V. *Sels de nickel.* — Au sein d'une solution de *chlorure de nickel*, l'hydrate tétracuivrique se transforme peu à peu, à froid, en une poudre vert pâle, formée de cristaux microscopiques ayant la composition d'un chlorure basique mixte de nickel et de cuivre

$$NiCl^2 2CuO, 6H^2O.$$

A chaud, la réaction a lieu trop rapidement et l'on obtient un précipité amorphe vert gélatineux ayant une composition identique.

» L'hydrate bleu de Péligot donne à froid, au contact d'une solution de chlorure de nickel, un précipité vert amorphe qui présente une composition légèrement différente du précédent; il correspond au chlorure basique mixte obtenu dans les mêmes con-

ditions avec le cobalt; sa formule est en effet

$$NiCl^2 3CuO, 4H^2O.$$

» L'hydrate tétracuivrique a donné à froid, au contact d'une solution de bromure de nickel, un précipité vert, cristallisé en lamelles quadrangulaires : c'est un bromure mixte de nickel et de cuivre, de formule

$$NiBr^2 2CuO, 2H^2O$$

qui s'obtient beaucoup plus rapidement, sous forme de lamelles souvent groupées en étoiles à six branches, en faisant bouillir l'hydrate tétracuivrique avec la solution de bromure de nickel.

» Le même bromure basique s'obtient sous forme de lamelles hexagonales, par ébullition prolongée du bromure de nickel avec l'oxyde de cuivre noir.

» VI. *Sels de cadmium.* — Le *chlorure de cadmium* mis à froid au contact d'hydrate tétracuivrique se change lentement en une poudre grise cristalline, ayant la composition d'un chlorure double basique

$$CdCl^2 2CuO, 6H^2O.$$

» Ce chlorure basique s'obtient encore plus rapidement, sous forme d'une poudre cristalline très ténue constituée par de petits hexagones, lorsqu'on fait bouillir ensemble l'hydrate tétracuivrique et la solution de chlorure de cadmium.

» VII. *Sels de plomb.* — Je me borne à signaler pour le moment l'action exercée par l'hydrate tétracuivrique sur la dissolution de chlorure de plomb, action qui donne naissance, à froid, à un oxychlorure de plomb, pendant que la liqueur devient bleue. Je me propose d'étudier plus complètement cette action.

» En résumé, l'hydrate tétracuivrique donne toujours, au contact d'une des dissolutions des chlorures ou des bromures métalliques que nous avons étudiés, un sel basique mixte. L'action, lente à froid, est beaucoup plus rapide à chaud. Il suffit parfois de quelques minutes de contact pour la produire.

» Je me propose de faire connaître ultérieurement des résultats analogues obtenus par l'action de l'hydrate cuivrique sur les dissolutions des sulfates et des azotates métalliques. »

CHIMIE. — *Sur l'action de l'argent sur l'acide bromhydrique et sur la réaction inverse.* Note de M. **Jouniaux**, présentée par M. Troost.

« L'étude de l'action de l'argent sur l'acide bromhydrique nous a donné des résultats généraux parallèles à ceux que nous avons obtenus dans l'étude de l'action de l'argent sur l'acide chlorhydrique.

» 1° Ici encore on observe que, si l'on chauffe à une température fixe suffisamment élevée et pendant des temps progressivement croissants de l'argent pur et de l'acide bromhydrique sec, la vitesse de la réaction, d'abord très grande au début de l'expérience, diminue, puis s'annule. La composition du mélange gazeux reste alors constante, même si l'on prolonge le temps de chauffe dans des proportions considérables.

» Un phénomène analogue se remarque lorsqu'on étudie, dans les mêmes conditions expérimentales, la réduction du bromure d'argent par l'hydrogène : la proportion d'acide bromhydrique que cette réduction engendre croît d'abord avec le temps, puis tend vers une limite déterminée, qui est dès lors indépendante de la durée de l'expérience.

» 2° Introduisant dans des tubes scellés, maintenus à une température sensiblement constante, de l'hydrogène sous des pressions variables, nous avons observé que la proportion centésimale d'acide bromhydrique formé à une température fixe est, lorsque l'équilibre est atteint, d'autant plus forte que la pression initiale est plus faible.

» Voici, par exemple, quelques expériences faites vers 600° :

Temps de chauffe.	Valeurs de ρ_0 pour des pressions de l'hydrogène introduit sensiblement égales à	
	la pression atmosphérique.	380^{mm} de mercure.
5 minutes	7,96	8,70
10 minutes	8,49	9,01
¼ d'heure	9,30	10,40
½ heure	9,38	10,68
1 heure	9,45	»
2 heures	9,42	10,76

» Ce résultat était celui qu'annonçait *a priori* la *loi du déplacement de l'équilibre par des variations de pression*, la réaction

$$AgBr + H = HBr + Ag$$

étant, sous pression constante, accompagnée d'un accroissement de volume.

» 3° L'étude de l'influence de la température sur les limites des deux réactions inverses

$$Ag + HBr \leftrightarrows AgBr + H$$

montre que ces limites se confondent entre 0° et 700° C. Si l'on représente graphiquement leur allure générale par une courbe obtenue en portant en abscisses les températures et en ordonnées les proportions centésimales d'acide bromhydrique formé ou existant dans le système, on constate que cette courbe s'écarte très peu de l'axe des abscisses entre 0° et 440° C., puis monte assez rapidement de gauche à droite. Les

ordonnées de cette courbe sont :

à 448°.....................	environ 3 centièmes
à 550.....................	8,41
à 600.....................	10,68
à 650.....................	13,47
à 700.....................	15,64

» Ce fait est conforme à la *loi du déplacement de l'équilibre par des variations de température* sous la réserve que la réduction du bromure d'argent par l'hydrogène, réduction qui, à 15° C., est accompagnée d'une absorption de chaleur, conserve son signe thermique aux températures de nos expériences.

» 4° L'application des principes fondamentaux de la Thermodynamique au système étudié permet, si l'on attribue à l'acide bromhydrique et à l'hydrogène les propriétés des gaz parfaits, de mettre la condition d'équilibre sous la forme

$$\log \frac{v_1(2v_1 + v_3)}{v_3^2} = \frac{a}{T} + b \log T + c,$$

expression dans laquelle v_3 et v_1 désignent les volumes respectifs occupés par l'acide bromhydrique et l'hydrogène dans un système porté à la température absolue T. a et b sont des coefficients constants. c, qui dépend en particulier de la pression initiale et de la température absolue auxquelles l'hydrogène a été introduit dans les tubes scellés, n'est constant qu'autant que cette température et cette pression sont invariables : conditions qui ont été réalisées d'ailleurs dans une même série d'expériences.

» Un raisonnement identique à celui que nous avons indiqué dans l'une de nos précédentes Notes (¹) permet de déterminer en particulier les constantes a et b dont les valeurs numériques ont été trouvées égales à

$$a = -16366,84,$$
$$b = +9,050.$$

» Le calcul de la chaleur dégagée dans la réaction étudiée montre que, à 15°C. :

$$\varpi_3 L_3 - \varpi_2 L_2 = \frac{\varpi_3 \sigma_3 R}{2E}(a - bT) = 0,99389(-16366,84 - 9,050 \times 288)$$
$$= -13700^{\text{Cal}},$$

les indices 2 et 3 affectant respectivement le bromure d'argent et l'acide bromhydrique.

» D'après les déterminations calorimétriques de M. Berthelot, faites à cette même température de 15° C. :

» La chaleur de formation $\varpi_2 L_2$ du bromure d'argent est de 27100^{Cal};

» La chaleur de formation $\varpi_3 L_3$ de l'acide bromhydrique est de 12300^{Cal};

» On a donc :

$$\varpi_3 L_3 - \varpi_2 L_2 = -14800^{\text{Cal}}.$$

(¹) *Comptes rendus*, 28 mai 1901.

» La concordance entre ces deux valeurs est d'autant plus satisfaisante que, dans le but de comparer la théorie avec l'expérience, nous avons dû recourir à une extrapolation pour calculer la chaleur dégagée dans la réaction étudiée à 15°C. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation du propylglycol par le* Mycoderma aceti. Note de M. **André Kling**, présentée par M. Troost.

« Dans des Communications précédentes (¹) j'ai signalé la formation d'acétol $CH^3.COCH^2OH$ dans la fermentation du propylglycol par la bactérie du sorbose. Il m'a paru intéressant de soumettre ce même glycol à l'action d'autres bactéries oxydantes et en particulier à celle des *Mycoderma aceti*.

» Dans cette étude j'ai remarqué que toutes les races de *Mycoderma* du vinaigre ne se comportaient pas de la même façon : les unes se développent avec facilité dans les milieux au propylglycol (propanediol 1, 2), les autres refusent d'utiliser cet aliment.

» Mes expériences ont été faites avec une *culture pure* d'un *Mycoderma* provenant d'une vinaigrerie de l'avenue d'Orléans; ce *Mycoderma* a été identifié par la suite avec celui dernièrement étudié par MM. Bertrand et Sazerac sous le nom de *Mycoderma* race d'Orléans.

» Les bouillons employés étaient à l'eau de levure (0,5 p. 100 extrait sec) et propylglycol bien purifié et à la dose de 5 pour 100. Après stérilisation et ensemencement ces bouillons sont abandonnés sous une épaisseur de 3^{cm} à 4^{cm} à l'étuve à 30°. Au bout de vingt-quatre heures ils commencent à se troubler, après quarante-huit heures une pellicule apparaît à leur surface et envahit la paroi des ballons dans lesquels les bouillons sont contenus. Lorsque la fermentation a duré quelques jours, le liquide fermenté présente un notable pouvoir réducteur vis-à-vis la liqueur de Fehling; il ne recolore pas la fuchsine décolorée et, par le réactif de Dœbner, il fournit un précipité non fusible. Le produit réducteur formé ne paraît donc pas de nature aldéhydique.

» Au bout de trente à quarante jours de fermentation on obtient une solution dont le pouvoir réducteur paraît avoir atteint son maximum. Cette solution, traitée par l'acétate de phénylhydrazine en excès, laisse déposer un précipité jaune, cristallin, fondant à 145° après recristallisation dans l'alcool bouillant; c'est l'osazone

$$\begin{array}{l} C^6H^5H.Az - Az = C - CH^3 \\ \qquad\qquad\qquad\quad\;\; | \\ C^6H^5H.Az - AzH - C \end{array}$$

» A froid et avec une quantité d'acétate de phénylhydrazine correspondant à celle nécessaire pour la formation de l'hydrazone de l'acétol on obtient des cristaux pris-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 244, et t. CXXIX, p. 1252.

matiques blanc jaunâtre, fondant entre 97° et 98°. Cette hydrazone n'avait été jusqu'ici décrite qu'à l'état de liquide huileux; je l'ai reproduite sous sa forme cristallisée et fondant à 98° en partant de l'acétol obtenu par la méthode Perkin.

» La solution fermentée soumise à la distillation dans le vide est ensuite rectifiée plusieurs fois à la colonne. Elle est ainsi fractionnée en deux parties : l'une aqueuse, passant vers 100° et contenant une grande partie du produit réducteur; l'autre contenant le propylglycol résiduel.

» La solution aqueuse est traitée par le chlorhydrate d'hydroxylamine pour obtenir l'oxime du produit réducteur, d'après les indications de Pyloti et Ruff; il se forme quelques petits cristaux fondant à 70°-71° qui sont de l'oxime d'acétol (Pyloti et Ruff).

» De l'identification des hydrazone, osazone, oxime du produit réducteur avec les combinaisons correspondantes fournies par l'acétol, on est en droit de conclure que, dans l'oxydation du propylglycol par le *Mycoderma aceti* d'Orléans, il se fait de l'acétol d'après la formule

$$CH^3.CHOH.CH^2OH + O = CH^3.CO.CH^2OH + H^2O,$$

résultat analogue à celui auquel je suis primitivement arrivé à propos de la bactérie du sorbose agissant sur ce même glycol.

» J'ai l'intention de revenir ultérieurement sur le parallélisme d'action de ces deux bactéries d'espèces voisines; pour l'instant, je me contenterai de faire quelques remarques à ce sujet : 1° au début, tout au moins, le *Mycoderma* paraît un peu plus actif que la bactérie du sorbose, ce qui tient sans doute à ce que, dépensant moins pour sa ration de construction, il se trouve plus rapidement en état de fabriquer son oxydase; 2° pour des concentrations en propylglycol voisines de 5 pour 100, la transformation du propylglycol par le *Mycoderma aceti* suit à peu près la progression suivante :

Au bout de	8 jours,		23,5 pour 100 de glycol ont été consommés pour fournir de l'acétol.	
»	17	»	35,6	»
»	23	»	48	»
»	33	»	50	»

Au delà de 5 pour 100 de teneur en propylglycol, la marche du phénomène se ralentit; 3° l'acidité diminue légèrement du début à la fin de la fermentation par le *Mycoderma aceti* et une acidité acétique de 2 pour 100 paraît retarder cette fermentation.

» Quant au propylglycol résiduel séparé de la solution aqueuse d'acé-

tol, il est rectifié plusieurs fois. Il est dextrogyre et son pouvoir rotatoire varie entre 3°,70 et 4°,76 pour 10cm d'épaisseur.

» En résumé, à de légères différences d'activité près, la bactérie du sorbose et le *Mycoderma aceti* d'Orléans agissent de la même manière sur le propylglycol racémique, oxydant la fonction alcool secondaire de l'isomère gauche et le transformant en acétol.

» Je me propose de compléter l'étude du parallélisme d'action des deux ferments et de l'étendre à d'autres glycols. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des bases pyridiques sur les benzoquinones tétrahalogénées.* Note de M. **Henri Imbert**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai indiqué antérieurement que les bases pyridiques agissent sur le chloranile et le bromanile en donnant des corps de substitution à fonction phénolique, si toutefois l'une des positions α du noyau pyridique n'est pas prise. La pyridine et la tétrachloroquinone, par exemple, fournissent les dérivés :

$$C^5H^4Az - C^6Cl^2O^2 - OH \quad \text{ou} \quad HO - C^5H^2Az = C^6Cl^2O^2.$$

» Ces corps perdent facilement un atome de chlore sous l'influence des alcalis : on met en suspension dans l'alcool à 85° la pyridyldichloromonoxyquinone, $C^5H^4Az - C^6Cl^2O^2 - OH$. L'addition au liquide d'une solution alcoolique de potasse dissout le produit, et le liquide prend alors une coloration brun jaune vert. Si après filtration celui-ci est porté à l'ébullition dans un ballon avec réfrigérant à reflux, on voit se déposer des cristaux rouge-brique d'un sel potassique qui, d'après l'analyse, correspond à la formule

$$C^5H^4Az - C^6Cl(OK)O^2 - OH \quad \text{ou} \quad HO\,C^5H^2Az - C^6Cl(OK)O^2.$$

» L'un des atomes de chlore du corps primitif jouit donc d'une plus grande mobilité que l'autre. Ce fait sera appuyé par des expériences ultérieures.

» D'ailleurs on peut obtenir le même sel en solution aqueuse. Si l'on met la pyridylmonoxydichloroquinone en suspension dans l'eau, l'addition de potasse en détermine la dissolution. Le liquide est alors jaune paille; étendu, il est à peu près incolore. A ce moment, pourvu qu'on évite toute élévation de température, l'addition d'un acide fait apparaître la colo-

ration rouge de la quinone primitive. Si la solution est assez concentrée, il y a même reprécipitation du corps, qui peut encore se redissoudre sans coloration appréciable dans les bases alcalines fortes, potasse ou soude. Mais si la solution potassique est portée à l'ébullition, ou si, durant les opérations, la température s'est élevée, le liquide devient rouge vineux et fournit par évaporation des cristaux du sel potassique précédent. L'addition d'acide sulfurique au liquide détermine encore la précipitation d'un produit rouge, mais celui-ci se redissout dans les alcalis avec une coloration rouge vif. Il faut donc admettre que sous l'influence de la potasse s'effectuent les réactions :

$$C^5H^4Az - C^6Cl^2O^2 - OH + KOH = C^5H^4Az - C^6Cl^2O^2 - OK + H^2O.$$

» Cette équation représente la phase de dissolution avec décoloration en solution aqueuse ou alcoolique. Puis par la chaleur le corps subit une transposition moléculaire

$$C^5H^4Az - C^6Cl^2O^2 - OK + H^2O = C^5H^4Az - C^6Cl(OK)O^2 - OH + HCl,$$

équation qui exprime l'action de la chaleur et correspond à la phase de précipitation en solution alcoolique ou de coloration en solution aqueuse.

» Le sel potassique, formé en solution alcoolique, est constitué par des cristaux jaune orangé microscopiques. Il se dissout très facilement dans l'eau distillée, avec une coloration rouge-vin ; il est insoluble dans l'alcool.

» L'addition d'acide sulfurique à sa solution aqueuse donne un précipité rouge orangé qui ne peut être que l'un des corps

$$C^5H^4Az - C^6Cl(OH)O^2 - OH \qquad (PM = 251,5)$$

ou

$$HO - C^5H^2Az = C^6Cl(OH)O^2 \qquad (PM = 249,5).$$

» L'analyse indique, en effet, la teneur centésimale :

Carbone : 52,46 %, Hydrogène : 2,39 %, Azote : 14,05 %, Chlore : 5,80 %.

» En admettant la formule pyridique comme la plus probable, c'est donc la pyridylchlorodioxyquinone.

» Le corps est parfaitement cristallisé en aiguilles microscopiques rouge orangé. Il est peu soluble dans l'eau froide et l'alcool, plus soluble dans l'eau bouillante. Il se distingue de la pyridyldichloromonoxyquinone qui l'a engendré par une coloration rouge plus orangée, par la couleur rouge-vin de ses solutions alcalines, par sa solubilité, même dans l'ammoniaque.

» Il se dissout aussi avec facilité dans les acides chlorhydrique et sulfurique concentrés, avec une coloration jaune qui devient rouge par addition d'eau distillée. Il n'est réduit que très difficilement par l'anhydride sulfureux, mais le zinc et l'acide sulfurique le décolorent assez rapidement.

» Les deux oxhydriles que contient la molécule ne se conduisent pas d'une façon identique vis-à-vis des bases. L'un possède évidemment une fonction acide plus énergique que l'autre. C'est celui qui ne préexistait pas dans la molécule du corps primitif.

» En opérant avec une solution de soude comme avec une solution de potasse, on obtient le sel sodique correspondant. Le dosage du sodium indique 8,0 pour 100 de métal, alors que la théorie pour les deux formules serait : 8,40 et 8,47 pour 100. Ce sel est aussi très facilement soluble dans l'eau.

» Les solutions de sels alcalins traitées par le nitrate d'argent donnent un précipité brun de sel argentique, qui contient 30,003 pour 100 d'argent.

» Enfin ce sel d'argent permet d'obtenir des éthers. Mis en suspension dans l'alcool, puis traité par l'iodure d'éthyle au réfrigérant ascendant et à la température d'ébullition, il détermine l'apparition d'une coloration rouge. Lorsque le précipité brun a fait place à un précipité jaune d'iodure d'argent, le liquide alcoolique abandonne à l'évaporation un corps rouge orangé dans lequel la teneur en divers éléments conduit à l'une des deux formules correspondant à l'éther monoéthylique

$$C^5H^4Az - C^6Cl(OC^2H^5)O^2 - OH \quad \text{ou} \quad HO - C^5H^2Az = C^6Cl(OC^2H^5)O^2.$$

» Cet éther est cristallisé en aiguilles rouges, analogues comme couleur à l'oxyquinone correspondante. Il est peu soluble dans l'alcool froid, plus soluble à chaud et insoluble dans l'eau. Il se dissout dans l'acide chlorhydrique concentré d'où l'eau le reprécipite.

» Le sel argentique mis en suspension dans la benzine bouillante avec du chlorure de benzoyle donne un nouveau dérivé rouge cristallisé qui, sans aucun doute, est l'éther benzoylé

$$C^5H^4Az - C^6Cl(O.CO - C^6H^5)O^2(OH).$$

» Cet éther est peu soluble dans la benzine froide, plus soluble dans la benzine bouillante, à peu près insoluble dans l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers bromhydrique et chlorhydrique du prétendu binaphtylèneglycol.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. Haller.

« Sous le nom de *glycol aromatique*, Rousseau décrit un dérivé du binaphtylène qui posséderait la formule suivante

$$\begin{array}{l} C^{10}H^{6} - C - OH \\ \quad | \qquad\quad \| \\ C^{10}H^{6} - C - OH. \end{array}$$

Ce corps, obtenu comme produit secondaire dans l'action du chloroforme sur le naphtol-β, se formerait par soudure de deux molécules d'aldéhyde oxynaphtoïque $OH - C^{10}H^{6} - COH$ qui élimineraient leurs deux oxhydryles et qui transformeraient leurs deux fonctions aldéhyde en deux fonctions alcool tertiaire.

» Je me propose de démontrer, dans cette Note, que les éthers bromhydrique, chlorhydrique, qu'on a fait dériver du binaphtylèneglycol, sont en réalité les dérivés monobromés et monochlorés du dinaphtoxanthène, que j'ai décrits et dont j'ai signalé les curieuses propriétés dans une Note à l'Académie.

» *Éther bromhydrique du prétendu binaphtylèneglycol.* — L'acide bromhydrique fumant dissout ce corps, à 100°, en donnant une solution rouge qui abandonne, par refroidissement, des cristaux rappelant la fuchsine, auxquels Rousseau attribue la formule

$$\begin{array}{l} C^{10}H^{6} - C - Br \\ \quad | \qquad\quad \| \\ C^{10}H^{6} - C - OH \end{array} + HBr + 3H^{2}O.$$

Pour analyser ce corps avec plus de facilité et de certitude, nous avons cherché et réussi à l'obtenir sans HBr et H^2O de cristallisation. Pour cela, nous l'avons dissous dans l'acide acétique chaud; les cristaux rouges à reflets verts formés par refroidissement ont été privés de l'acide de cristallisation par dessiccation, à 100°, dans le vide. L'analyse conduit exactement à la formule $C^{21}H^{13}BrO$, c'est le monobromodinaphtoxanthène fondant vers 218°-220°

$$Br - CH\left\langle\begin{array}{l} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{array}\right\rangle O,$$

identique au corps obtenu par l'action directe du brome sur le dinaphtoxanthène et que nous avons précédemment décrit.

» *Action de l'alcool.* — Rousseau avait remarqué qu'en ajoutant l'éther bromhydrique de son glycol à de l'alcool bouillant, il se forme seulement HBr et un corps qu'il considère comme l'anhydride de son glycol formé d'après la réaction

$$\begin{array}{l} C^{10}H^{6} - C - Br \\ \ \ | \qquad\quad \| \\ C^{10}H^{6} - C - OH \end{array} = HBr + \left.\begin{array}{l} C^{10}H^{6} - C \\ \ \ | \qquad\quad \| \\ C^{10}H^{6} - C \end{array}\right\rangle O.$$

» Il a laissé passer inaperçue la transformation de l'alcool en aldéhyde et s'est mépris sur la nature des corps en jeu.

» J'ai déjà montré que le prétendu anhydride du glycol n'est autre chose que le dinaphtoxanthène $CH^{2}\left\langle\begin{array}{l}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{array}\right\rangle O$; je viens de faire voir que le corps considéré comme possédant la formule

$$\begin{array}{l} C^{10}H^{6} - C - Br \\ \ \ | \qquad\quad \| \\ C^{10}H^{6} - C - OH \end{array}$$

est en réalité le bromodinaphtoxanthène $Br - CH\left\langle\begin{array}{l}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{array}\right\rangle O$; j'ai aussi établi que le bromodinaphtoxanthène se transforme par l'alcool bouillant en dinaphtoxanthène et que l'alcool donne de l'éthanal. Ceci posé, l'action de l'alcool sur la bromhydrine du prétendu binaphtèneglycol sera représentée par

$$Br - CH\left\langle\begin{array}{l}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{array}\right\rangle O + C^{2}H^{6}O = HBr + C^{2}H^{4}O + CH^{2}\left\langle\begin{array}{l}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{array}\right\rangle O.$$

» *Éther chlorhydrique du prétendu binaphtèneglycol.* — Par l'action d'HCl sur son glycol, Rousseau a obtenu un corps analogue au précédent, auquel il attribuait la formule $\begin{array}{l} C^{10}H^{6} - CCl \\ \ \ | \qquad\quad | \\ C^{10}H^{6} - COH \end{array} + HCl + 3H^{2}O$. Par un traitement analogue à celui que nous avons fait subir au dérivé bromé, nous avons réussi à obtenir ce corps sans HCl ni $H^{2}O$ de cristallisation. L'analyse montre alors que ce corps n'est autre chose que le monochlorodinaphtoxanthène $Cl - CH\left\langle\begin{array}{l}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{array}\right\rangle O$, que nous avons également obtenu par Cl sur $CH^{2}\left\langle\begin{array}{l}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{array}\right\rangle O$ et précédemment décrit.

» *Action de l'alcool.* — Rousseau pensait que, comme pour le corps précédent, il s'éliminait simplement HCl et qu'il se formait l'anhydride du glycol. En réalité, ainsi que nous l'avons déjà montré, le chlorodinaphtoxanthène se transforme en dinaphtoxanthène, l'alcool en aldéhyde, et il se dégage HCl.

$$Cl - CH\left\langle\begin{array}{l}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{array}\right\rangle O + C^{2}H^{6}O = HCl + C^{2}H^{4}O + CH^{2}\left\langle\begin{array}{l}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{array}\right\rangle O. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'ammoniaque gazeuse sur les chlorhydrates d'amines grasses*. Note de M. **Félix Bidet**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note relative à l'action des bases libres sur les sels ([1]), M. Albert Colson a montré que l'ammoniaque gazeuse réagit à 0° sur les chlorhydrates de pipéridine et de diisobutylamine et en a conclu que ce phénomène est assimilable aux dissociations hétérogènes. Je me suis proposé d'étendre cette idée à l'étude de la réaction entre le gaz ammoniac et les chlorhydrates de monoéthylamine et de diéthylamine.

» Dans ce but, je me suis servi d'un appareil semblable à celui de Gay-Lussac pour la mesure de la force élastique de la vapeur d'eau à 0°. La grande branche porte, au voisinage de la courbure, un tube latéral muni d'un robinet à vide par lequel on pourra soit enlever, soit refouler du gaz, et communique par un tube en caoutchouc avec un réservoir plein de mercure.

» *Chlorhydrate de monoéthylamine :* $C^2H^5AzH^2 - HCl$. — Le sel employé a été séché dans le vide en présence d'acide sulfurique pendant dix jours. On en prend un grand excès par rapport à la quantité de gaz contenue dans l'appareil à 0° sous la pression normale, et on l'introduit dans un tube en verre très mince scellé à ses deux extrémités. On fait passer le tube à matière ainsi qu'un bout d'agitateur dans la petite branche de l'appareil, puis on ferme cette dernière à la lampe. Par le robinet latéral, on fait le vide plusieurs fois et on laisse rentrer lentement le gaz ammoniac desséché sur la baryte anhydre. Lorsque les pointes du tube à matière ont été brisées sous le choc de l'agitateur, on place immédiatement la petite branche dans la glace fondante.

» Aussitôt une absorption très notable se produit et, au bout de deux heures, le niveau du mercure ne varie plus. La pression qui caractérise cet équilibre à 0° est égale à 340^{mm} de mercure. Si maintenant, à cette même température, on ajoute une nouvelle quantité de gaz ammoniac, l'absorption recommence, puis s'arrête pour une tension de 339^{mm} de mercure, nombre très voisin du précédent. La réaction de l'ammoniaque gazeuse sur le chlorhydrate de monoéthylamine se trouve donc limitée par une tension fixe à température constante.

» En examinant le solide mis en expérience, on constate que le sel primitivement brillant est devenu mat et s'est aggloméré; de plus, on aperçoit en certains points des gouttelettes incolores d'éthylamine. Ces goutelettes distillent partiellement vers la courbure du tube, à la température de 16°,6. L'action entre la base gazeuse et le sel organique peut donc être représentée par l'équation :

$$C^2H^5AzH^2 - HCl + AzH^3 = C^2H^5AzH^2 + AzH^4Cl.$$

» Les tensions qui caractérisent l'équilibre augmentent en fonction de la tempéra

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 502.

ture, comme le montrent les valeurs suivantes exprimées en millimètres de mercure:

Températures.........	0°	9°,8	16°,6
Pressions	340mm	462mm	555mm

» *Chlorhydrate de diéthylamine :* $(C^2H^5)^2AzH - HCl$. — Au moyen du même appareil, j'ai fait réagir l'ammoniaque gazeuse sur un grand excès de ce sel desséché dans le vide.

» A la température de la glace fondante, si l'on introduit de nouvelles quantités de gaz, on trouve pour les tensions des valeurs très concordantes : 891mm, 892mm,5, 891mm, et l'on constate que l'équilibre est atteint au bout de quatre heures.

» En suivant le mode opératoire déjà indiqué, j'ai obtenu pour ce corps les valeurs suivantes :

Températures.........	0°	9°,5	13°,5
Pressions	891mm	1167mm	1301mm

» Ces chiffres montrent que la tension limite est toujours supérieure à 1atm, tandis qu'avec le sel de l'amine primaire elle lui est toujours inférieure entre les mêmes limites de température.

» Je me réserve de poursuivre ce genre d'expériences en étudiant l'action de l'ammoniaque gazeuse sur les sels d'autres bases organiques. »

BOTANIQUE. — *Sur des espèces végétales nouvelles de Madagascar.* Note de M. E. DRAKE DEL CASTILLO, présentée par M. Gaston Bonnier.

« De toutes les régions botaniques de Madagascar, la plus intéressante est certainement celle du sud-ouest, et c'est probablement celle dont la flore présente les types les plus originaux. Au premier aspect, la végétation qui couvre cette partie de l'île rappelle, d'après les descriptions que les voyageurs en ont faites, les vues photographiques qu'ils y ont prises, et les collections botaniques qu'ils y ont recueillies, les formations végétales qui ont été signalées sur certains points de l'Afrique tropicale orientale. Là, comme ici, les plantes dressent souvent à une assez grande hauteur une tige et des branches maigres, élancées et peu ramifiées, ou bien, au contraire, entrelacent leurs rameaux, à une faible distance du sol, dans un désordre inextricable; elles se couvrent d'épines acérées, ou gonflent leurs tissus pour en faire des réserves aqueuses; les feuilles, le plus souvent réduites en nombre et en dimensions, ne font qu'une courte apparition sur la tige; la période de floraison est de faible durée et, dans beaucoup de cas, ne revient qu'à de longs intervalles...

» Un groupe tout à fait particulier à Madagascar est celui des *Didierea*.

Ces curieuses plantes, qui ont été décrites pour la première fois par Baillon et dont la place, au point de vue systématique, est restée longtemps douteuse, ont enfin été rangées par ce même auteur parmi les Sapindacées, dont elles constituent un type quelque peu aberrant. Le premier *Didierea*, auquel a été donné le nom de *D. madagascariensis*, a été trouvé par M. Grandidier aux environs de Tuléar; le second l'a été par Grevé, près de Morondava, et a reçu la dénomination de *D. mirabilis*. M. Grandidier, cependant, avait toujours pensé que ce groupe intéressant devait avoir d'autres représentants à Madagascar et que l'on devait probablement y réunir une plante désignée par les indigènes sous le nom de *Fantsy-olotra*, plante dont il avait constaté la présence dans le sud de Madagascar, et qu'après lui M. Lemaire, résident à Fort-Dauphin, avait signalée dans les mêmes parages. Malheureusement, nos collections ne renfermaient, jusqu'à présent, aucun spécimen permettant de déterminer avec exactitude quel pouvait être ce végétal. Ce doute peut être dissipé aujourd'hui. On trouve, en effet, dans les collections rapportées de Madagascar par M. Alluaud, des fleurs de *Fantsy-olotra* et de trois espèces voisines; ces échantillons, sans être aussi complets qu'on aurait pu le souhaiter, suffisent néanmoins à établir que ces quatre espèces doivent être placées à côté des *Didierea*. Trois d'entre elles ne sont représentées que par des fleurs mâles; on ne connaît que les fleurs femelles de la quatrième. Ces fleurs, toutefois, à part leurs organes sexuels, sont tellement semblables par leur organisation qu'on ne saurait douter qu'elles n'appartiennent à des espèces d'un même genre. Provisoirement, je ne crois pas devoir séparer ces espèces des *Didierea;* mais, lorsqu'elles seront représentées par des matériaux plus complets, peut-être constitueront-elles un genre nouveau que j'appellerais alors *Alluaudia*, du nom du collecteur qui, le premier, en a rapporté des spécimens dont on ait pu faire l'organographie. Les espèces désignées ici sous le nom d'*Alluaudia* ne seront donc, pour le moment, considérées que comme formant un sous-genre.

» Dans les fleurs de toutes ces espèces se voient deux sépales opposés et légèrement décurrents à la base, comme on l'observe chez les autres *Didierea*. La corolle également est analogue à celle de ces derniers et se compose de deux paires de pétales opposés, de mêmes consistance et couleur que les sépales. A l'intérieur des enveloppes florales se trouve un disque ressemblant à celui des *Didierea;* sur les bords de ce disque on voit, chez les fleurs mâles, dix étamines à filets allongés et velus, et à anthères dorsifixes renversées dans le bouton; au milieu du disque, au

fond d'une petite dépression du réceptacle, les mêmes fleurs portent un rudiment d'ovaire. Quant aux fleurs femelles, elles montrent des étamines qui seraient exactement semblables à celles des fleurs mâles, si elles avaient des anthères; mais elles sont stériles; cette particularité forme une différence entre les *Alluaudia* et les *Didierea* proprement dits; on sait, en effet, que chez ces derniers les fleurs femelles portent des étamines à peine développées. Le centre du réceptacle, dans les fleurs femelles des *Alluaudia*, est occupé par un ovaire devenu uniloculaire par avortement et présentant, comme les autres *Didierea*, un ovule ascendant, à micropyle extérieur et inférieur. Le style est court, à quatre branches aplaties et étalées. On ne connaît pas le fruit des *Alluaudia*, mais il ne semble pas devoir être enveloppé, comme celui des autres *Didierea*, par les sépales persistants.

» Les quatre *Alluaudia*, ainsi qu'on peut en juger d'après les photographies de M. Alluaud, sont très distincts par leur port.

» Le premier, que j'appellerai *Didierea* (*Alluaudia*) *procera*, est celui que les indigènes désignent sous le nom de *Fantsy-olotra*, c'est-à-dire *peau épineuse*. C'est un arbre hérissé d'épines, maigre et élancé, s'élevant, dit-on, souvent à une hauteur de plus de quinze mètres, faiblement rameux, ayant l'aspect d'un énorme candélabre ou, suivant l'expression de M. Lemaire, d'un faisceau de *trompes d'éléphants*. Les feuilles, à l'aisselle desquelles naissent les épines, sont éparses, petites (10^{mm}-15^{mm}), obovales, charnues. Les fleurs mâles (longues de 3^{mm} à 4^{mm}) sont portées, au sommet des branches, sur d'amples grappes de cymes, longues et larges de $0^{m},2$ ou $0^{m},3$.

» La seconde espèce, dont le nom indigène est *Songo* ou *Sonombe*, est plus petite que la précédente; ses branches, épineuses et ascendantes, s'élèvent à une plus faible hauteur. Je l'appellerai *D.* (*Alluaudia*) *ascendens*.

» La troisième espèce possède un tronc droit, atteignant 2^{m} à peine et couronné de branches faiblement étalées mais fortement enchevêtrées. Les feuilles sont analogues à celles des espèces précédentes. Les fleurs mâles, un peu plus petites que celles des autres *Alluaudia*, sont groupées en fascicules axillaires. Cette espèce recevra le nom de *D.* (*Alluaudia*) *comosa*.

» Enfin, la quatrième espèce a la forme d'un buisson oblong, haut de 2^{m} environ, très rameux dès la base; elle est dépourvue d'épines, mais les jeunes ramules sont charnues, et de l'épaisseur du petit doigt. On n'en connaît pas les feuilles, qui semblent tomber de bonne heure. Les fleurs

femelles sont réunies en courtes cymes axillaires. Cette espèce portera le nom de *D.* (*Alluaudia*) *dumosa*.

» Au point de vue anatomique, les *Alluaudia* ont de grandes analogies avec les *Didierea* proprement dits. Chez les uns et les autres s'observent, dans la moelle comme dans l'écorce, des vaisseaux remplis d'une matière colorante d'un rouge brun, et paraissant remplir les fonctions de laticifères. La zone médullaire est beaucoup moins développée chez les *Alluaudia* que chez les autres *Didierea*; mais, dans l'un et l'autre groupe, les faisceaux libéro-ligneux ont à peu près la même disposition. »

BOTANIQUE. — *Recherches histologiques sur la sporulation des Schizosaccharomycètes*. Note de M. **A. Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Schiönning (¹) a signalé chez le *Schizosaccharomyces octosporus* une formation d'asques très spéciale, précédée de la fusion de deux cellules : une cellule se divise par une cloison médiane en deux cellules filles qui, sans se séparer complètement, restent pendant quelque temps accolées l'une à l'autre, puis se refusionnent pour former une seule cellule qui devient l'asque.

» Malheureusement l'auteur n'a pas observé le noyau et n'a pu donner d'interprétation à ce phénomène. Il nous a donc paru intéressant de reprendre cette étude, et nous avons d'abord vérifié les observations de Schiönning.

» Pour cela nous avons placé quelques cellules d'une race sporogène de *Schizosaccharomyces octosporus* sur une gouttelette pendante, et nous avons suivi le développement d'une seule cellule en l'observant pendant vingt-quatre heures sous l'objectif d'un microscope.

» Cette cellule ne tarde pas à se couper par une cloison transversale en deux cellules filles qui, après être restées un certain temps accolées l'une à l'autre, se refusionnent. Cette fusion s'établit parfois très simplement, comme l'a indiqué Schiönning, par la dissolution de la cloison, mais le plus souvent elle s'effectue par la formation de deux petites proéminences produites par les deux cellules à l'une de leurs extrémités. Ces deux petites proéminences se rejoignent, se soudent l'une à l'autre et établissent un canal de communication qui relie les deux cellules; puis la paroi de séparation dispa-

---

(¹) Schiönning, *Nouvelle et singulière formation d'asques dans une levure* (*C. R. d. Medd. fra Carlsberg*, 1895).

raît, le canal s'élargit et la cellule ainsi formée par la soudure de deux individus devient peu à peu ovale et l'on y voit rapidement naître les spores. Très souvent, cependant, la fusion n'est pas complète, et il reste dans l'asque des traces de l'individualité des deux cellules, soit qu'il y ait persistance du canal de communication, les spores se formant aux deux extrémités renflées de la cellule, soit qu'il subsiste simplement un léger rétrécissement médian. On n'observe que très exceptionnellement des cellules capables de se transformer directement en asque sans avoir préalablement subi cette fusion.

» Étudions maintenant ce qui se produit dans l'intérieur de la cellule.

» Cette levure possède un noyau formé d'un nucléole entouré d'une zone incolore de nucléoplasma qui laisse parfois apparaître des traces d'une membrane délimitante. Ce noyau se trouve dans le voisinage de petites vacuoles ou d'une grosse vacuole contenant quelques grains rouges de Bütschli. La division de ce noyau s'effectue par un procédé commun à la plupart des champignons inférieurs et que certains auteurs considèrent comme un mode intermédiaire entre la mitose et l'amitose. Il se scinde d'abord en deux parties ayant la forme de demi-disques se regardant par leur face diamétrale, quelquefois reliés par une zone foncée et entourés d'une même gaine de nucléoplasma incolore; puis le nucléoplasma se sépare à son tour et donne lieu à la formation de deux noyaux distincts.

» Les deux cellules destinées à s'unir pour former l'asque possèdent chacune une grosse vacuole et un noyau généralement placé tout près de la cloison séparatrice ou à la pointe de la petite proéminence par où va se produire la fusion. Au moment où la membrane disparaît, les deux noyaux se fusionnent et l'on trouve une série de stades où les deux cellules sont unies par un canal formé à son milieu par une cloison et où les noyaux occupent le voisinage de la cloison, et d'autres dans lesquels la cloison s'est dissoute et où il n'existe qu'un seul noyau. Le noyau provenant de la fusion des deux noyaux primitifs ne tarde pas à se diviser de nouveau en deux noyaux qui vont à leur tour se partager et se disséminer dans différents endroits de la cellule pour y former les spores. Cette division s'effectue suivant le même mode que dans les cellules végétatives.

» Pendant ce temps, le protoplasma a subi un certain nombre de modifications. Les deux vacuoles provenant des deux cellules restent aux deux pôles de la cellule ascogène, laissant entre elles une portion protoplasmique très dense qui ne tarde pas à se creuser de petites vacuoles. Les grains rouges, qui sont d'ailleurs en assez petit nombre dans les cellules végétatives, semblent disparaître en partie au moment de la fusion, et l'on en trouve très peu dans l'épiplasma. Il n'existe d'autre part aucune trace de glycogène, ainsi que l'ont montré les observations de Lindner. Les noyaux se disséminent ordinairement dans le protoplasma médian et aux deux pôles de la cellule, et c'est dans ces parties qu'apparaissent les spores. Le nombre de ces spores est typiquement de huit, mais ce nombre est loin d'atteindre la constance que lui attribue Beyerinck.

» Il existe donc dans le *Schiz. octosporus* une véritable *conjugaison* qui

précède la formation de l'asque, lequel provient de deux cellules sœurs qui s'unissent et fusionnent leur noyau, et l'on est autorisé à considérer ce phénomène comme un cas très net d'*isogamie*.

» Nous avons étudié en même temps le *Schiz. Pombe* et nous avons observé des phénomènes analogues. Deux cellules sœurs se conjuguent, mais ici la fusion est presque toujours incomplète et les deux cellules conservent le plus souvent leur individualité. L'asque apparaît ordinairement comme formé de deux cellules, placées parfois dans des axes différents et unis par un col rétréci qui primitivement contenait à sa partie médiane une cloison séparatrice. C'est ce qui explique les formes particulières figurées par Lindner, où les asques ont l'aspect d'un hachoir, chacun des deux manches de ce hachoir contenant deux spores.

» Les phénomènes histologiques qui accompagnent la conjugaison des deux gamètes sont à peu près semblables à ceux que nous avons décrits dans le *Schiz. octosporus*. Le protoplasma de la cellule ascogène est entièrement creusé de petites vacuoles contenant un assez grand nombre de grains rouges, qui persistent après la formation des spores dans l'épiplasma. Les deux noyaux des deux cellules primitives se soudent dans le canal de communication, puis le noyau résultant de cette fusion se divise bientôt en deux noyaux filles qui émigrent aux deux renflements de la cellule, où ils se partagent de nouveau pour former deux spores à chacune des deux extrémités de l'asque. Ici encore, ce nombre typique de quatre spores est sujet à d'assez fréquentes variations. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur les diastases intracellulaires des Amibes.* Note de M. **H. Mouton**, présentée par M. Roux.

» J'ai réussi à extraire, d'une espèce d'Amibes très abondante dans la terre de jardin, une diastase qui doit servir, chez l'animal vivant, à la digestion intracellulaire des bactéries dont il fait sa nourriture [1].

---

(1) Cette Amibe n'est pas de grandes dimensions. Elle présente quelques gros pseudopodes et coule d'une manière très uniforme à la surface des milieux solides ou dans l'eau. Elle présente à l'avant, dans le sens de la marche, un protoplasme hyalin très net; au milieu, un noyau avec un gros karyosome, et, à l'arrière, une vacuole pulsatile. Elle laisse derrière elle, en cheminant, à la surface de la gélose, une trace réfringente probablement analogue à celle que l'on a signalée chez des Amabiens testacés. Ses kystes, souvent assemblés en amas dans les cultures et, dans ce cas, polygonaux, ont un diamètre moyen assez uniforme de 15-20 μ.

» Je n'ai pu obtenir de culture de ces Amibes privée de microbes. Mais j'ai pu les obtenir en présence d'une espèce unique qui leur sert de proie. Il suffit que cette espèce microbienne soit incapable de produire une diastase déterminée pour que celle que l'on extrait de la culture mixte puisse être, sans aucun doute, rapportée à l'Amibe. Le *B. coli*, par exemple, ne liquéfie pas la gélatine et ne s'autodigère pas en présence du chloroforme. La diastase extraite de la culture mixte d'Amibe et de Coli liquéfie la gélatine et digère rapidement une émulsion de Coli chloroformée.

» Les Amibes sont cultivées dans des boîtes plates, sur de larges surfaces de gélose. La surface de la culture, lavée et raclée, fournit un liquide trouble que l'on centrifuge. On obtient ainsi un dépôt solide qui contient des corps d'Amibes. Ce dépôt décanté est traité par la glycérine ; la diastase se dissout dans le liquide ; on l'en précipite par l'alcool et on la redissout dans l'eau.

» La diastase ainsi obtenue liquéfie la gélatine et dissout aussi les corps de divers microbes tués, soit lorsqu'ils ne s'autodigèrent pas, par un contact prolongé avec le chloroforme, soit par le chauffage. C'est ainsi qu'en présence du chloroforme une émulsion de *B. coli* ou de *B. typhique* se trouve rapidement éclaircie par la diastase. La diastase agit activement aussi, quoique moins rapidement, sur une émulsion de *V. Metchnikovi* ou de *Staphylocoque doré* tuée par la chaleur. Elle se montre, au contraire, sans action sensible sur une émulsion chauffée de *charbon asporogène*. L'action, plus intense sur le *B. coli* ou sur le *B. typhique* (espèce très voisine) que sur les vibrions, ordinairement considérés comme plus faciles à détruire, tient peut-être à une adaptation de l'Amibe à une nourriture qu'elle reçoit exclusivement de génération en génération depuis plusieurs mois. L'Amibe pouvant d'ailleurs être obtenue — moins facilement — en culture avec d'autres microbes, je crois qu'il me sera possible de résoudre cette question.

» L'action sur une émulsion d'albumine coagulée par la chaleur est peu intense, mais très nette. Je n'ai pu mettre en évidence jusqu'ici aucune action sur la fibrine préalablement chauffée à 58° pour la mettre à l'abri de l'autodigestion.

» Toutes les expériences ont été faites par comparaison en plaçant, à côté des tubes qui renferment la diastase active, des tubes témoins renfermant la même quantité de diastase chauffée à 100°.

» Je n'ai pu mettre en évidence, à côté de la diastase protéolytique, ni sucrase ni lipase, bien que cette dernière soit des plus répandues.

» Il importait, pour classer la diastase protéolytique des Amibes, d'étudier la réaction du milieu le plus favorable à son action : une série de tubes, dont la réaction varie d'une manière continue de l'acidité faible au méthylorange, de l'alcalinité faible à la phénolphtaléine, et qui contiennent de la gélatine et de la diastase, montre que la diastase est inactive dans toute la première moitié (acide) de la série, jusqu'au voisinage du virage au tournesol, et qu'elle devient au contraire très active du milieu de la série jusqu'au voisinage du virage à la phtaléine. Elle est inactive au delà. Des expériences faites avec une émulsion de *B. coli* mort et amenée à diverses réactions par l'addition d'acide phosphorique et de soude corroborent ce résultat. La diastase des Amibes se rapproche donc des ferments protéolytiques qui agissent en milieu alcalin, tels que la trypsine. Il faut remarquer à ce propos que la diastase intracellulaire des Actinies récemment étudiée par M. Mesnil (*Annales de l'Institut Pasteur,* 25 mai 1901) se montre précisément active dans les mêmes conditions de réaction du milieu.

» La température de destruction de cette diastase a également été étudiée à la fois par l'action sur la gélatine et sur une émulsion de Coli mort. En comparant le temps qu'il faut à la gélatine traitée par diverses quantités de diastase fraîche ou chauffée trois quarts d'heure à 54° pour se solidifier (la diastase ayant agi dans les deux cas pendant le même nombre d'heures et dans des conditions identiques), on trouve qu'une quantité donnée de diastase fraîche produit une action égale à celle d'une quantité environ dix fois plus grande de diastase chauffée. Un chauffage de même durée à 58° détruit plus complètement encore la diastase, et au-dessus de 60° son action devient nulle. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Lumière des bacilles phosphorescents de la mer Baltique.* Note de M. J. TARCHANOFF, présentée par M. d'Arsonval.

« Voici un court résumé de toute une série d'expériences concernant l'influence de différentes conditions sur l'activité lumineuse de ces bacilles.

» 1. Les cultures fraîches et pures donnent la plus forte lumière, surtout quand le bouillon est en mouvement et se mélange d'air. La capacité lumineuse des bacilles peut durer entre 2 à 3 semaines et 2 à 3 mois; cela dépend des conditions du milieu interne et externe.

» 2. L'émission de la lumière par ces bacilles est une des manifestations

de leur respiration; elle est intimement liée avec la consommation de l'oxygène.

» 3. Cette lumière paraît être périodique, quoique sans aucune régularité.

» 4. Au repos, la couche lumineuse se concentre dans les couches superficielles du bouillon. Cela dépend de la proximité de ces couches de l'air, ainsi que des mouvements actifs des bacilles, qui se dirigent vers l'oxygène. Les mouvements imprimés au bouillon l'illuminent dans toute sa masse, à cause de l'introduction de l'air dans son intérieur, ainsi que des secousses agissant comme excitant.

» 5. *Influence des températures.* — Les bacilles résistent beaucoup mieux au froid qu'à la chaleur. La température optima serait voisine de 7° à 8° C. Ils émettent encore de la lumière à — 4° C. et même encore en partie pendant une complète congélation du bouillon, ce qui arrive vers — 6° à 7° C. On obtient ainsi de la *glace lumineuse*. Les bacilles phosphorescents dans un milieu *glace* conservent donc leur vitalité non seulement sous forme de *vie latente*, mais sous forme *active*, avec émanation de lumière. C'est le fait le plus important. Après plusieurs heures, la glace lumineuse s'éteint; mais le bouillon refondu redevient lumineux. La glace lumineuse a été photographiée par application directe sur la plaque sensible (séparée seulement par une plaque de verre transparent).

» L'échauffement des bouillons lumineux affaiblit la lumière; à la température de 34° à 37° C. les bouillons s'éteignent; mais ils se rallument après le refroidissement. L'échauffement jusqu'à 50° C. anéantit pour toujours la lumière des bacilles.

» 6. La lumière du jour paraît agir d'une manière nuisible sur les bacilles phosphorescents.

» 7. *Influence des agents chimiques.* — Les anesthésiques, tels que l'eau chloroformée, ou éthérisée, ou alcoolisée, anéantissent presque subitement la lumière des bacilles, tandis que des poisons énergiques, comme la strychnine ou le curare, paraissent indifférents. Le cyanate de potassium, en solution de 2 pour 100, ainsi que l'eau des amandes amères, éteignent la lumière. Le chlorhydrate de quinine, qui diminue les oxydations en général, en solution de 2 pour 100 éteint subitement la lumière; il en est de même d'un courant d'acide carbonique. Les acides sont beaucoup plus nuisibles que les alcalis. De toutes les humeurs animales, c'est la *bile*, même celle de grenouille, grâce à ses sels biliaires, qui éteint le mieux la lumière. Le sang, la lymphe, la salive, le suc pancréatique, l'urine sont à peu près indiffé-

rents. Il faut citer à part le suc gastrique et intestinal. Le premier, grâce à sa haute acidité, éteint nettement la lumière des bacilles, tandis que le second paraît être le seul agent chimique qui *augmente* la luminosité des bacilles; cet effet n'est pas dû à l'alcalinité du suc, mais plus probablement à son ferment, qui, suivant les expériences faites au laboratoire de M. Pawloff, serait le ferment des ferments.

» La spermine de Poehl, agent des oxydations animales, restitue la lumière aux bouillons éteints par le cyanate de potassium ou par l'eau d'amandes amères.

» 8. Les courants induits et galvaniques très forts, passant par des tubes horizontaux (bouchés) et contenant du bouillon lumineux, provoquent en quelques minutes la localisation de la lumière au pôle négatif, où elle disparaît finalement (phénomène déjà noté par M. T. Pflüger). Cette localisation de la lumière au pôle négatif s'explique par l'entraînement des bacilles lumineux dans le sens du courant; malgré leur tendance vers l'oxygène qui se trouve au pôle positif, mais dans un tube éteint par l'électrisation du bouillon, les bacilles n'ont pas perdu leur vitalité, car l'introduction d'une bulle d'air fait reparaître, dans la plupart des cas, la lumière dans ce bouillon.

» 9. Les chocs mécaniques, sous forme d'oscillations imprimées aux tubes qui contiennent les bouillons lumineux, ou de battements très fréquents (jusqu'à 50 par seconde), au premier moment augmentent la luminosité des bouillons ou des cultures de ces bacilles sur gélatine, mais à la longue ils l'affaiblissent et l'anéantissent. L'introduction d'une bulle d'air dans le bouillon lui restitue sa lumière.

» 10. *Grenouilles lumineuses*. — On les obtient en introduisant dans le sac lymphatique dorsal de la grenouille quelques centimètres cubes de bouillon lumineux. Le liquide pénètre dans les sacs lymphatiques voisins, ainsi que dans le sang, et illumine peu à peu le corps de l'animal, et en particulier les parties transparentes. C'est surtout la langue de l'animal qui luit, grâce à son sac lymphatique contenant une lymphe lumineuse. Sur la photographie obtenue par application directe de l'animal sur la plaque sensible (séparée de lui par une plaque de verre simple), ce sont les contours de l'animal qui se définissent le mieux. C'est dans une chambre noire que l'on doit examiner les grenouilles lumineuses. Les bacilles phosphorescents trouvent donc, dans les humeurs et les organes de l'animal, un milieu oxygéné favorable à leur vie. Cependant les grenouilles lumineuses s'éteignent après trois ou quatre jours, probablement grâce surtout à la phagocytose

qui détruit les bacilles : l'animal revient à son état normal. Cette expérience ne réussit pas sur les animaux à sang chaud, puisque les bacilles phosphorescents s'éteignent à la température de 36°-38° C. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Excitation électrique produite par deux ondes inverses l'une de l'autre*. Note de M. **Georges Weiss**, présentée par M. A. Chauveau. (Extrait.)

« J'ai montré que la loi générale de l'excitation électrique des nerfs et des muscles est exprimée par la formule $\varphi = a + bt$, où φ représente la quantité d'électricité nécessaire pour produire l'excitation minima, t la durée de la décharge, a et b deux constantes dépendant des conditions physiologiques de l'expérience, c'est-à-dire de la nature de l'animal, de la distance des électrodes, etc.

» J'ai vérifié l'exactitude de cette formule par un très grand nombre d'expériences les plus variées, sur la Grenouille, le Crapaud et la Tortue, et par la comparaison de mes calculs avec les observations d'autres auteurs sur l'homme. La précision des concordances me permet d'affirmer que ce n'est pas seulement une formule empirique approximative, mais qu'elle représente la loi réelle de l'excitation des nerfs et des muscles.

» Grâce à ce résultat, on peut étudier l'excitation de plus près et chercher de quel autre phénomène elle se rapproche.

» En premier lieu, on peut songer à l'électrolyse et aux phénomènes d'entraînement. La première de ces hypothèses est d'autant plus importante, que d'autres faits lui apporteraient un certain appui. Divers physiologistes ont, en effet, montré que l'excitation des nerfs semble liée à des actions localisées aux points d'application des électrodes.

» J'ai donc pensé que la première série de recherches à faire devait porter sur l'action de deux ondes très courtes, très rapprochées et de sens inverse l'une de l'autre. Se produit-il, dans ce cas, une soustraction des effets ou une addition, comme j'ai montré que cela avait lieu pour deux ondes de même sens?

» En notant méthodiquement mes résultats sur un graphique, j'ai fini par reconnaître que c'est à une troisième solution qu'il faut se rallier. Voici comment elle peut se formuler : *Quand on lance dans un nerf deux excitations électriques très courtes, très rapprochées et de sens inverse l'une de l'autre, au moment où l'on arrive au seuil de l'excitation, l'une seule des deux*

ondes est efficace, l'autre n'ajoute ni ne retranche rien à l'effet produit, on peut la supprimer.

» Au début de mes recherches, chaque expérience comprenait trois séries de déterminations. En premier lieu, je faisais agir les deux ondes simultanément et je cherchais le voltage nécessaire pour arriver au seuil de l'excitation. En second lieu, je faisais agir la première onde seule, puis enfin la deuxième seule.

» Je traçais ensuite quatre courbes :

» 1° Courbe des quantités d'électricité de la première onde quand les deux ondes agissent ensemble;

» 2° Courbe analogue pour la seconde onde;

» 3° Courbe des quantités d'électricité de la première onde agissant seule ;

» 4° Courbe analogue pour la seconde onde.

» Je constatais alors qu'il y avait, dans une région de la figure, concordance entre les courbes 1 et 3; dans l'autre, entre les courbes 2 et 4, suivant que c'était 3 ou 4 qui, pour une abscisse donnée, exigeait le moindre voltage pour être efficace.

» Dans ces conditions d'expérience, les concordances n'étaient qu'approximatives, par suite de la fatigue entraînée par des opérations successives assez longues. Une fois que j'eus bien vu la loi, je fis des vérifications directes, en comparant entre eux les points d'une même abscisse. Dès lors, la loi se vérifia avec une précision absolue.

» Il est inutile de donner des chiffres à cet égard, mais mes expériences conduisent à affirmer, sans aucune indécision, les faits suivants : *Si une onde électrique, portée sur un nerf ou un muscle, est juste suffisante pour donner la réponse minima, une autre onde moins efficace, de sens inverse, n'ajoute rien ni ne retranche rien à l'effet obtenu, qu'elle précède la première onde ou qu'elle la suive.* Cela n'est vrai que si l'ensemble des opérations se passe dans la période latente, c'est-à-dire avant que le muscle ait commencé à répondre; il était à peine besoin de signaler cette restriction.

» Il résulte de là ce fait remarquable que, si une excitation a été insuffisante, elle ne prépare nullement le nerf pour une excitation suivante, de sens inverse.

» Sans vouloir établir aucune analogie, et seulement pour bien préciser ma pensée, je dirai : Les deux excitations se comportent comme deux amorces placées dans une mine et partant successivement; si l'une d'elles est insuffisante pour faire détonner la mine, on peut la supprimer, elle n'aide pas l'autre.

» Il y a un point sur lequel je veux encore attirer l'attention. Dans le cas où les deux ondes sont au voisinage de l'égalité, il m'a semblé qu'il se faisait une légère soustraction. C'est ce qu'on ne peut bien établir que par des recherches minutieuses. Ce point n'est d'ailleurs que d'importance secondaire. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le rendement des farines en pains.* Note de M. **Balland.**

« J'ai cherché à établir, aussi exactement que possible, les quantités de pains ronds ou longs que l'on peut obtenir avec des poids de pâte variant entre 2^{kg} et $0^{kg},250$.

» La pâte, préparée avec la même farine et les mêmes levains, contenait 45 pour 100 d'eau. Cuisson normale de trente minutes à soixante minutes, suivant le poids de la pâte. Les pains ont été obtenus sans baisures ni coupures. Le poids moyen, avec le diamètre ou la longueur, a été pris sur vingt-cinq pains, douze heures après la sortie du four. Les résultats peuvent se traduire ainsi :

Pains ronds.

I.	2,000 kg	de pâte donnent	1,700 kg	de pain	(diam., 0,28 m),	soit	85 kg	de pains	pour	100 kg	de pâte.
II.	1,500	»	1,260	»	(diam., 0,24),	»	84	»		100	»
III.	1,000	»	0,800	»	(diam., 0,22),	»	80	»		100	»
IV.	0,500	»	0,360	»	(diam., 0,17),	»	78	»		100	»
V.	0,250	»	0,190	»	(diam., 0,12),	»	76	»		100	»

Pains longs.

I.	2,000 kg	de pâte donnent	1,620 kg	de pain	(long., 0,62 m),	soit	81 kg	de pains	pour	100 kg	de pâte.
II.	1,500	»	1,185	»	(long., 0,60),	»	79	»		100	»
III.	1,000	»	0,750	»	(long., 0,50),	»	75	»		100	»
IV.	0,500	»	0,365	»	(long., 0,32),	»	73	»		100	»
V.	0,250	»	0,175	»	(long., 0,22),	»	70	»		100	»

» Dans les pains des quatre premières catégories, la mie renferme, à très peu près, 45 pour 100 d'eau, c'est-à-dire la même quantité que la pâte avant la mise au four. Pour les pains de la dernière catégorie, l'hydratation est un peu plus faible (38 à 43 pour 100) : pendant le ressuage du pain, la croûte, qui est très sèche et relativement très développée, prend à la mie une partie de son eau.

» Il résulte de ces expériences, venant à l'appui de mes précédentes

recherches (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 665; 1892), qu'il y a d'autant plus d'eau dans le pain que la croûte est en moindre proportion. Le rendement des farines en pains est donc étroitement lié au développement que prend la croûte au four, suivant le poids de la pâte employée et la forme qui a été adoptée. C'est ainsi que 100^{kg} de la même pâte donnent de 70^{kg} à 85^{kg} de pains présentant une valeur nutritive différente et, par suite, ne pouvant être équitablement soumis, pour la vente au poids, à une taxe uniforme.

» La farine que nous avons employée est une bonne farine de blé tendre, blutée à 70 pour 100 et contenant 26 pour 100 de gluten. Lorsque l'on utilise des farines très riches en gluten, ou blutées à 80 pour 100, comme c'est le cas pour les manutentions militaires, la pâte et la mie contiennent normalement un peu plus d'eau (46 à 47 pour 100). Avec la boulange (farine non blutée) servant à préparer les pains dits *complets*, la proportion d'eau atteint et dépasse parfois 50 pour 100. Le rendement en pains suit la même marche ascendante. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Utilisation, comme engrais, des vinasses de vin et vins perdus par maladie.* Note de M. **F. Garrigou**, présentée par M. Armand Gautier.

« Du fait de la distillation des vins, on envoie tous les jours dans le midi de la France, aux canaux et aux fleuves qui les portent à la mer, environ 3600000 hectolitres de vinasses par an. En raison des maladies qui les rendent invendables, plus de 10000000 d'hectolitres de vin seront probablement abandonnés cette année, aux approches de la récolte nouvelle, sans être distillés pour en retirer l'alcool, faute d'alambics en nombre suffisant. Total des pertes : 13600000 hectolitres.

» En moyenne, 1 litre de vinasse contient 2^{gr} à 3^{gr} de substances salines et 15^{gr} de substances organiques plus ou moins azotées. Il en est de même du vin. Si tout cela était abandonné, ce serait 25000 tonnes environ de substances organiques ou minérales perdues pour l'agriculture.

» En laissant ici de côté les 17000 tonnes de substances organiques, pour ne s'occuper que des 8000 tonnes de substances minérales, il est facile de montrer tout l'intérêt qu'on aurait à les rendre au sol.

» D'après Armand Gautier (*Dict. de Wurtz*, Vol. V, p. 688), la potasse entre pour $0^{gr},55$ dans les matières minérales ou cendres d'un litre de

vin moyen. Il y a donc, dans 8000 tonnes de ces matières minérales, 440000 kilogrammes de potasse. D'après le même auteur, le phosphate de chaux entre pour $2^{gr},85$ environ dans la même quantité de cendres, ce qui répond à 3000 tonnes environ pour 13400000 hectolitres. Dans cette manipulation désastreuse, on perd une valeur s'élevant à plus de 7 millions de francs.

» Il est facile de conserver et d'utiliser, presque sans frais, toutes ces substances perdues.

» Il suffit soit d'abandonner à l'évaporation spontanée [1], dans des fosses parfaitement colmatées à l'argile, vins et vinasses, pour utiliser le concentré comme engrais spécial; soit de provoquer l'évaporation, spontanée ou artificielle, de ces mêmes liquides sur des aires à évaporation, comme on le fait dans les marais salants. A la fin de la saison chaude, c'est-à-dire vers la fin du mois d'août, on aurait un engrais naturel, minéral et azoté, de premier ordre, enrichi, au point de vue de l'azote, de celui des milliards d'insectes volants échoués dans le liquide.

» Peut-être pourrait-on même faire cette évaporation dans de larges cuviers de tôle, sous lesquels on brûlerait des feuilles sèches de vignes et des sarments. Les cendres de ces deux combustibles, d'une richesse considérable en matières minérales utiles à la vigne, constitueraient encore un engrais de premier ordre.

» Mes expériences ont aussi porté sur ce point de l'application pratique du procédé. J'ai recherché quelle quantité de sarments et de feuilles il faudrait employer pour l'évaporation et j'ai calculé le poids et la valeur des cendres. On peut admettre la consommation de 40 millions de kilogrammes de sarments comme source de calorique aidant celle du soleil (production de 12654 hectares). Les sarments et feuilles de vigne fourniraient ainsi 5800 tonnes de cendres contenant 828494 kilogrammes de potasse et 700000 kilogrammes d'acide phosphorique, sans compter les autres substances utiles.

» La potasse totale (vinasse, vin et cendres de sarments et de feuilles) se chiffrerait par le nombre de 2200 tonnes, et l'acide phosphorique total par celui de 1231 tonnes, donnant au total un chiffre de 3400 tonnes environ de substances engraissantes minérales.

» Les substances organiques azotées qui les accompagnent représentent, en outre, une valeur certainement supérieure.

---

[1] On pourrait concentrer peut-être aussi ces vinasses grâce à l'action du froid.

» Les marcs, que l'on peut aussi brûler, ont une valeur plus considérable encore. »

M. **Athanasiadis** adresse, d'Athènes, une Note relative à un instrument servant à mesurer l'intensité du courant électrique.

Cet instrument est une modification de l'aréomètre électrique inventé en 1885 par M. de Lalande. Il en diffère par ses dimensions moindres et par sa sensibilité plus grande.

M. **Pozzi-Escot** adresse une Note relative à un « réactif général pour la recherche microchimique des alcaloïdes ».

M. **W.-O. Moor** adresse une nouvelle Note relative à l'*uréine*.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 juillet 1901.

Théorie analytique de la Chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la théorie mécanique de la Lumière, par J. Boussinesq, Membre de l'Institut; t. I : *Problèmes généraux.* Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La série de Taylor et son prolongement analytique, par Jacques Hadamard. Paris, C. Naud, 1901. (Présenté par M. Appell. Hommage de l'Auteur.)

Nouvelle conception de l'ovule mise en rapport avec les fonctions cérébrales. — La place de la Mésologie dans la hiérarchie encyclopédique, par André Poëy. (Extrait de la *Revue occidentale,* 1901, t. XXIII.) 2 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Colorabilité élective, intra vitam, *des filaments sporifères du* Spirobacillus gigas (Cert.) *et des divers microorganismes d'eau douce et d'eau de mer par certaines couleurs d'aniline,* par M. A. Certes. (Extrait des *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de Paris, 1900.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La Limnologie, études nouvelles sur les lacs français, par M. J. Corcelle. (Extrait de la *Revue de Géographie*, février 1901.) 1 fasc. in-8°.

Défense contre la grêle au moyen de paragrêles électriques; Défense du Beaujolais, par le Dr E. CLÉMENT. Lyon, A. Rey et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Annales des Ponts et Chaussées, 1re partie, 1er trimestre 1901. Paris, E. Bernard et Cie; 1 vol. in-8°.

Société française de Prophylaxie sanitaire et morale, t. I, n° 1. Paris, J. Rueff, 1901; 1 fasc. in-8°.

Das Antlitz der Erde, von EDUARD SUESS, mit 23 Text-Abbildungen, 6 Tafeln und einer Karte der Scheitel Eurasien's, IIIr Bd, 1e Hälfte. Prague, Vienne, Leipzig, 1901; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Roscoe-Schorlemmer's ausführliches Lehrbuch der Chemie, von JUL.-WILH. BRÜHL, VIIIr Bd. *Die Kohlenwasserstoffe und ihre Derivate, oder organische Chemie*, VIr Theil, bearbeitet in Gemeinschaft mit EDWARD HJELT und OSSIAN ASCHAN. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1901; 1 vol in-8°. (Hommage des Auteurs.)

Calcolo del π col metodo dei triangoli inscritti, del Cav. PIETRO GENNA. Marsala, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

De la température vitale minima chez les animaux dont la température du sang est variable, par M. P. BAKHMETIEFF. (Extrait des *Archives des Sciences biologiques*, t. VIII, n° 3.)

Die Abhängigkeit des kritischen Punktes bei Insekten von deren Abkühlungsgeschwindigkeit, von P. BACHMETJEW. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1900; 1 fasc. in-8°.

Annuario da Universidade de Coimbra, anno lectivo de 1900-1901. Coïmbre, 1901; 1 vol. in-8°.

Annual Report of the Minister of Mines for the year ending 31st *december* 1900, *being an account of mining operations for gold, coal, etc., in the province of British Columbia*. Victoria, B. C., 1901. 1 vol. in-8°.

Observations made at the Hongkong observatory in the year 1900, by W. DOBERCK, Director. Hongkong, 1901; 1 fasc. petit in-f°.

Department of public Health, New South Wales. Report on the outbreak of plague at Sydney 1900, by the Chief medical officer of the Government and President of the Board of Health. Sydney, 1900; 1 fasc. in-f°.

Transactions of the Clinical Society of London, vol. VI-XIX. Londres, Longmans, Green et Cie, 1873-1886; 14 vol. in-8°.

The Journal of the Franklin Institute, vol. CLII, n° 1, Philadelphie, 1901. 1 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JUILLET 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le pouvoir refroidissant d'un courant liquide ou gazeux;* par M. J. **Boussinesq**.

« I. Une Note du 10 juin dernier (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1382) a eu pour objet le phénomène de convection calorifique le plus ordinaire, dans les circonstances où l'on évite toute cause de courants autre que l'excédent même a de température du corps chauffé sur la masse fluide indéfinie qui l'entoure. Mais il existe un autre cas de convection non moins fréquent, et paraissant un peu plus simple, savoir, le cas contraire où un corps chaud a sa chaleur, que l'on renouvelle sans cesse, emportée d'une manière permanente par un courant fluide, indéfini en tous sens, au sein duquel on le suppose immergé, courant rectiligne et uniforme (d'une vitesse

connue v) aux distances du corps assez grandes pour que les perturbations causées par sa présence ne s'y étendent pas.

» Supposons alors la vitesse, v, du courant, suffisante pour annihiler l'effet, sur les mouvements visibles, de la petite modification $\rho\gamma\theta$ du poids spécifique du fluide, due à l'échauffement θ. Nous pourrons faire $\gamma = 0$ dans les équations indéfinies (1) du mouvement ([1]); mais, par contre, les trois d'entre les relations définies (4) qui concernent les valeurs de u, v, w à l'infini deviendront moins simples et seront

$$(12)\quad \text{(aux distances infinies de l'origine)}\quad u = \mathrm{v}l,\quad v = \mathrm{v}m,\quad w = \mathrm{v}n,$$

si l, m, n désignent les trois cosinus directeurs du courant général, de vitesse v.

» II. Dès lors, les équations tant indéfinies que définies relatives à u, v, w, P se trouveront entièrement *séparées* de celles qui concernent la température θ, ou seront les mêmes que si l'on avait $a = 0$, $\theta = 0$; de sorte que les mouvements du fluide autour du corps chaud se détermineront uniquement par les données relatives au courant général et à la configuration du corps.

» D'ailleurs, les vitesses u, v, w seront partout proportionnelles à v, et la pression non hydrostatique P, proportionnelle à $\rho \mathrm{v}^2$. En effet, si, pour embrasser, de plus, le cas de corps semblables, où i désignera le rapport de similitude, et dont l'équation commune sera

$$f\left(\frac{x}{i}, \frac{y}{i}, \frac{z}{i}\right) = 0,$$

nous posons, par analogie avec sept des formules (5),

$$(13)\quad \begin{cases} \xi = \dfrac{x}{i}, & \eta = \dfrac{y}{i}, \quad \zeta = \dfrac{z}{i}, \\ u = \mathrm{v}U, & v = \mathrm{v}V, \quad w = \mathrm{v}W, \quad P = \rho\mathrm{v}^2\Pi, \end{cases}$$

les équations tant indéfinies que définies relatives à u, v, w, P deviendront :

$$(14)\quad \begin{cases} \dfrac{dU}{d\xi} + \dfrac{dV}{d\eta} + \dfrac{dW}{d\zeta} = 0, \\ \dfrac{d\Pi}{d(\xi, \eta, \zeta)} = -U\dfrac{d(U, V, W)}{d\xi} - V\dfrac{d(U, V, W)}{d\eta} - W\dfrac{d(U, V, W)}{d\zeta}; \\ [\text{pour } f(\xi, \eta, \zeta) = 0] \quad \lambda U + \mu V + \nu W = 0, \\ (\text{pour } \sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2} \text{ infini}) \quad (U, V, W) = (l, m, n) \quad \text{et} \quad \Pi = 0. \end{cases}$$

([1]) Équations de la Note citée du 10 juin.

» Ainsi, autour de tous les corps semblables, immergés dans des courants de même orientation par rapport à eux et de rapidités diverses v, les vitesses u, v, w seront les produits de v par les mêmes fonctions U, V, W des variables ξ, η, ζ, c'est-à-dire des rapports $\frac{x}{i}$, $\frac{y}{i}$, $\frac{z}{i}$, définissant, chez tous, les points homologues; et la pression non hydrostatique P sera également, autour d'eux, le produit de ρv^2 par une même fonction Π de ces trois rapports.

» III. Mais voyons maintenant ce que donneront les équations en θ, devenues

$$(15)\quad \begin{cases} U\frac{d\theta}{d\xi} + V\frac{d\theta}{d\eta} + W\frac{d\theta}{d\zeta} = \frac{K}{Cvi}\left(\frac{d^2\theta}{d\xi^2} + \frac{d^2\theta}{d\eta^2} + \frac{d^2\theta}{d\zeta^2}\right), \\ [\text{pour } f(\xi, \eta, \zeta) = 0] \qquad \theta = a, \\ (\text{pour } \sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2} \text{ infini}) \qquad \theta = 0, \end{cases}$$

et où U, V, W seront trois fonctions, *censées connues* désormais, de ξ, η, ζ.

» Ces équations sont linéaires, avec trois coefficients U, V, W généralement variables. Malgré cette dernière circonstance, elles se trouvent évidemment plus simples que celles de ma Note du 10 juin.

» On voit, en les divisant par a, qu'elles contiennent seulement le rapport $\frac{\theta}{a}$; et, d'ailleurs, il n'y figure, pour tous les corps semblables, que le paramètre $\frac{K}{Cvi}$. Il en serait de même si la température de la surface du corps, au lieu d'être uniformément a, était le produit d'une valeur moyenne, a, par une fonction *donnée* F de ξ, η, ζ. Ainsi l'on aura, en appelant Θ une certaine fonction de quatre variables, liée à F,

$$(16)\qquad \theta = a\Theta\left(\xi, \eta, \zeta, \frac{K}{Cvi}\right) = a\Theta\left(\frac{x}{i}, \frac{y}{i}, \frac{z}{i}, \frac{K}{Cvi}\right).$$

» IV. Le flux calorifique $K\left(\lambda\frac{d\theta}{dx} + \mu\frac{d\theta}{dy} + \nu\frac{d\theta}{dz}\right)$, émis par l'unité d'aire des corps considérés, admettra dès lors, *aux points homologues de tous ces corps*, l'expression

$$(17)\quad F = \frac{Ka}{i}\left(\lambda\frac{d\Theta}{d\xi} + \mu\frac{d\Theta}{d\eta} + \nu\frac{d\Theta}{d\zeta}\right) = \frac{Ka}{i} \times \text{une fonction de } \frac{K}{Cvi}.$$

» Le flux émis varie donc d'une manière généralement complexe avec le produit Cv de la capacité calorifique C du courant par sa vitesse v, et

avec le quotient $\frac{K}{i}$ de sa conductibilité K par le rapport i de similitude; mais, en revanche, *il est simplement proportionnel à l'excès a de température du corps*.

» C'est ce qu'avait sans doute pressenti Newton dans l'énoncé de sa loi de refroidissement; car il la réduisait expressément au cas des corps exposés à un courant d'air *uniforme*.

» V. Les équations (15) en θ étant linéaires, on peut espérer les intégrer, du moins dans quelques cas.

» Le plus simple de ceux-ci est celui d'un plateau mince, limité d'un côté par un bord, indéfini suivant les autres sens et parallèle au courant, qui l'atteindra par son bord et que nous supposerons d'abord le parcourir perpendiculairement à ce bord, rectiligne pour fixer les idées. En prenant le bord même pour axe des y, un axe des x normal au plateau et l'axe des z suivant le courant, le plateau couvrira, de $z = 0$ à $z = \infty$, le plan $x = 0$; et, le courant n'étant évidemment pas troublé, les composantes u, v, w de sa vitesse seront partout 0, 0, v. L'on aura donc $U = 0$, $V = 0$, $W = 1$. Si l'on appelle d'ailleurs $a\mathrm{F}(z)$, entre les limites $z = 0$, $z = \infty$, la température donnée θ du plateau, et, de $z = -\infty$ à $z = 0$, la température, sensiblement nulle, du fluide sur le prolongement amont du plan du plateau, les équations (15), où nous remettrons x, y, z au lieu de ξ, η, ζ, seront

$$(18)\quad \begin{cases} \dfrac{d\theta}{dz} = \dfrac{K}{C\mathrm{v}}\left(\dfrac{d^2\theta}{dx^2} + \dfrac{d^2\theta}{dz^2}\right), \\ (\text{pour } x = 0)\quad \theta = a\,\mathrm{F}(z), \qquad (\text{pour } x = \pm\infty)\quad \theta = 0. \end{cases}$$

» Considérons ce système d'équations du côté, par exemple, des x positifs; et supposons, en outre, la vitesse v du courant suffisante, pour limiter l'échauffement (sensible) θ du fluide aux petites distances x du plateau, de sorte que la dérivée seconde de θ en z soit négligeable à côté de la dérivée analogue de θ en x. Alors l'intégrale, bien connue([1]), du système (18) est, sous forme d'intégrale définie,

$$(19)\qquad \theta = a\sqrt{\frac{2}{\pi}}\int_0^\infty \mathrm{F}\left(z - \frac{C\mathrm{v}}{K}\frac{x^2}{2\alpha^2}\right)e^{-\frac{\alpha^2}{2}}\,d\alpha.$$

([1]) Voir, par exemple, le tome II (*Compléments*, p. 469*) de mon *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique.*

» On en déduit, notamment,

$$\frac{d\theta}{dx} = -a\frac{\mathrm{Cv}}{\mathrm{K}}\sqrt{\frac{2}{\pi}}\int_0^\infty \mathrm{F}'\left(z - \frac{\mathrm{Cv}}{\mathrm{K}}\frac{\alpha^2}{2}\right)e^{-\frac{x^2}{2\alpha^2}}\,d\alpha.$$

» VI. Prenons cette dernière formule à la limite $x = 0$, pour l'introduire dans l'expression $-\mathrm{K}\frac{d\theta}{dx}$ du flux F émis par l'unité d'aire du plateau. Si nous choisissons, au lieu de la variable d'intégration α, la variable

$$\beta = \alpha\sqrt{\frac{\mathrm{Cv}}{2\mathrm{K}}},$$

et même, enfin, une nouvelle variable Z, définie par la relation $z - \beta^2 = \mathrm{Z}$, nous aurons successivement

$$(20)\qquad \mathrm{F} = 2a\sqrt{\frac{\mathrm{KCv}}{\pi}}\int_0^\infty \mathrm{F}'(z-\beta^2)\,d\beta = \sqrt{\frac{\mathrm{KCv}}{\pi}}\int_{-\infty}^{z}\frac{a\mathrm{F}'(\mathrm{Z})\,d\mathrm{Z}}{\sqrt{z-\mathrm{Z}}}.$$

» *Ce flux* F *est* donc, toutes choses égales d'ailleurs, *proportionnel à l'excès moyen, a, de température du corps et à la racine carrée du produit de la conductibilité* K *du courant par la capacité calorifique* C *de son unité de volume et par sa vitesse* v.

» Considérons la dernière expression (20) de F ; et, appelant θ_0 l'excès $a\mathrm{F}(\mathrm{Z})$ de température du plateau, ou du fluide dans son plan, tout le long de la parallèle d'abscisse Z à son bord, observons que $a\mathrm{F}'(\mathrm{Z})d\mathrm{Z}$ est l'accroissement $d\theta_0$ qu'éprouve la température *sur le plan du plateau,* entre cette parallèle, située à la distance $\delta = z - \mathrm{Z}$ en amont de la parallèle même, d'abscisse z, sur laquelle on évalue le flux F, et la parallèle suivante, d'abscisse $\mathrm{Z} + d\mathrm{Z}$. Le flux peut donc encore s'écrire

$$(21)\qquad \mathrm{F} = \sqrt{\frac{\mathrm{KCv}}{\pi}}\sum\frac{d\theta_0}{\sqrt{\delta}};$$

et chaque *saut* $d\theta_0$ que fait la température *sur le plan du plateau, en amont* du point considéré où l'on évalue le flux F, contribue à ce flux, pour une part proportionnelle au saut $d\theta_0$ lui-même et inverse de la racine carrée de la distance δ à laquelle il se produit.

» VII. Si, l'axe des z étant toujours pris sur le plateau, dans le sens du courant, et l'axe des x suivant la normale, le plateau avait son bord, non plus parallèle aux y, mais découpé d'une manière quelconque, et sa température, θ_0, non plus constante sur toute perpendiculaire au courant,

mais variable avec y, où que, en un mot, la fonction $a\mathrm{F}(z)$ devînt $a\mathrm{F}(y, z)$ (en s'annulant toujours pour $z = -\infty$), les formules (19), (20), (21) resteraient les mêmes, à part la présence du *paramètre* accessoire y dans la fonction F et dans sa dérivée F′ relative à sa variable principale. Alors, en effet, au second membre de la première équation (18), la parenthèse $\Delta_2\theta$ s'accroît de la dérivée seconde de θ en y; mais celle-ci n'y est pas moins négligeable que la dérivée analogue de θ en z. Et l'intégration approchée du système (18) continue à se faire, dans chaque plan mené suivant le courant normalement au plateau, sans qu'on ait à savoir ce qui se passe à côté.

» La formule (21) du flux F contient donc encore, d'une part, les accroissements successifs, $d\theta_0$, de température du filet fluide aboutissant au point pour lequel on l'évalue et, d'autre part, les parcours respectifs, δ, du même filet, depuis les endroits où se produisent, en amont de ce point, les accroissements dont il s'agit, jusqu'à son arrivée à celui-ci. »

CORRESPONDANCE.

L'**Académie royale de Belgique** adresse l'expression de sa profonde condoléance à l'occasion de la mort de M. *de Lacaze-Duthiers*, notre Confrère, qu'elle s'honorait de compter parmi ses Associés.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux Volumes portant pour titre : « Congrès géologique international; Comptes rendus de la huitième session, en France, 1900 ». (Présentés par M. Albert Gaudry.)

M. Albert Gaudry annonce que le prochain Congrès géologique international aura lieu à Vienne (Autriche) en 1903.

ASTRONOMIE. — *Sur la variation lumineuse de la planète Éros. Durée de la période. Points tropiques.* Note de M. **Ch. André**, présentée par M. Lœwy.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats des mesures des variations lumineuses de la planète Éros, faites à l'observatoire de Lyon depuis le 20 février 1901.

» Chaque jour où cela a été possible, trois observateurs, MM. Guillaume, Le Cadet et Luizet, ont, indépendamment les uns des autres et en moyenne à cinq minutes d'intervalle, déterminé par la méthode des degrés l'éclat d'Éros par rapport à des étoiles voisines convenablement choisies : de chaque série d'observations, on a déduit isolément par le procédé de Pogson les heures des minima et des maxima.

» Une remarque importante à faire d'abord, c'est que la détermination des heures des minima a toujours été beaucoup plus précise que celle des heures des maxima : l'erreur moyenne d'une observation isolée étant de $\pm 0^j,0023 = \pm 3^m,3$ pour les premiers et $\pm 0^j,0050 \doteq \pm 7^m,2$ pour les seconds. Aussi, en ce qui concerne les heures des points tropiques, je me bornerai à la considération des seuls minima.

Période. — De l'ensemble des observations, et à l'aide des minima impairs, on déduit pour durée de la période

$$0^j,21962 = 5^h\,16^m\,15^s,2.$$

Avec cette durée, et par la formule

$$1901 \text{ février } 20.\ 7^h\,56^m + 5^h\,16^m\,15^s,2\,E,$$

ou en valeurs de la période julienne

$$2\,145\,436^j,330 + 0^j,21\,962\,E,$$

E désignant le nombre de périodes écoulées depuis l'origine, on a calculé les époques théoriques $m_1 c$ des minima impairs successifs. Le Tableau suivant donne les différences entre les minima m_1 calculés et les époques observées des minima des deux ordres m_1 et m_2.

E.	Jours Juliens (T. M. P.) m_1 calculé.	$m_{1,o}$-$m_{1,c}$.	$m_{2,o}$-$m_{1,c}$.	Observateur.	E.	Jours Juliens (T. M. P.) m_1 calculé.	$m_{1,o}$-$m_{1,c}$.	$m_{2,o}$-$m_{1,c}$.	Observateur.
0	$2415436^j,330$	$0^j,000$	$0^j,121$	J. G.	9	$2415438^j,307$	$+0^j,003$	$0^j,118$	L. C.
0		000	122	L. C.	9		+ 3	118	M. L.
0		+ 003	121	M. L.	13	439,185		119	J. G.
4	437,208		122	J. G.	13			117	L. C.
			121	L. C.	13			118	M. L.
4			120	M. L.	14	439,405	— 2		J. G.
5	437,428	— 2		J. G.	14		— 2		L. C.
5		— 1		L. C.	14		— 1		M. L.
5		— 2		M. L.	23	441,381	0	120	J. G.
9	438,307	+ 3	117	J. G.	23		+ 1	119	L. C.

E.	Jours Juliens (T. M. P.) m_1 calculé.	$m_{1,0}-m_{1,c}$.	$m_{2,0}-m_{1,c}$.	Observateur.
	j	j	j	
23	2415441,381	0,000	0,120	M. L.
27	442,260		121	J. G.
27			121	L. C.
27			122	M. L.
32	443,358	— 2	114	L. C.
32		— 2	116	M. L.
73	452,362	— 6	115	J. G.
73		— 2		L. C.
73		— 4	116	M. L.
77	453,241		117	J. G.
77			121	M. L.
168	473,226		111	J. G.
	j	j	j	
168	2415473,226		0,110	M. L.
219	484,427	+0,003		J. G.
219		— 1		M. L.
223	485,305		110	J. G.
223			108	M. L.
246	490,357	+ 3		J. G.
246		— 4		L. C.
246		— 1		M. L.
255	492,333	0	113	J. G.
255		0	112	M. L.
260	493,431	— 2		J. G.
260		+ 1		M. L.

» La troisième colonne de ce Tableau montre que ces différences, la plupart du temps nulles, ne surpassent jamais quatre minutes : l'origine et la durée de la période adoptées sont donc bonnes.

» *Points tropiques.* — La colonne $(m_{2,0} - m_{1,c})$ conduit aux deux résultats suivants :

» 1° Du 20 février au 9 mars inclus, c'est-à-dire pendant un intervalle de 77 périodes, la différence $(m_2 - m_1)$, quoique allant progressivement en décroissant, peut être considérée comme égale en moyenne à

$$m_2 - m_1 = 0^j,1190 \pm 0^j,0005 = 2^h 51^m,4 \pm 0^m,7,$$

la différence $(m_3 - m_2)$ étant égale à

$$0^j,1006 = 2^h 24^m,9.$$

Ce qui montre bien l'existence, à cette époque, de deux branches distinctes dans la courbe de variation lumineuse.

» 2° Le 29 mars, après une interruption très regrettable due au mauvais état du ciel, cette différence $(m_2 - m_1)$ n'est plus que de

$$m_2 - m_1 = 0^j,1107 \pm 0^j,0008 = 2^h 39^m,4 \pm 1^m,1$$

inférieure de $0^j,0083 = 12^m,0$ à la valeur précédente.

» Ainsi, au 29 mars, le minimum pair m_2 s'était rapproché du minimum impair m_1 précédent; si bien qu'alors les minima successifs d'ordre pair et impair se produisaient à des intervalles de temps sensiblement égaux :

$$0^j,1107 \text{ pour } (m_2 - m_1) = 2^h 39^m,4$$

et

$$0^j,1089 \text{ pour } (m_3 - m_2) = 2^h 36^m,8.$$

» Étant donné le soin avec lequel ont été faites les observations et le contrôle que donne la simultanéité d'observations indépendantes, on est autorisé à considérer ce changement de la courbe lumineuse comme absolument certain. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces susceptibles d'une déformation continue avec conservation d'un système conjugué.* Note de M. **A. Demoulin.**

« Dans des Notes récentes, insérées aux *Comptes rendus*, MM. Tzitzéica et Egorov se sont occupés de la détermination des surfaces susceptibles d'une déformation continue avec conservation d'un système conjugué. Je me propose de montrer que la principale difficulté qu'offre ce problème consiste dans l'intégration d'une équation aux dérivées partielles qui, dans le cas général, est du quatrième ordre, et, dans des cas particuliers, du troisième ou du deuxième ordre.

» La recherche des surfaces considérées comprend deux problèmes bien distincts.

» Il faut d'abord déterminer tous les réseaux sphériques pour lesquels

$$\frac{\partial}{\partial\alpha}\begin{Bmatrix}12\\1\end{Bmatrix}=\frac{\partial}{\partial\beta}\begin{Bmatrix}12\\2\end{Bmatrix}=2\begin{Bmatrix}12\\1\end{Bmatrix}\begin{Bmatrix}12\\2\end{Bmatrix},$$

les symboles de Christoffel étant construits avec le ds^2 de la sphère exprimé au moyen des paramètres α, β des deux familles.

» A chacun de ces réseaux, il correspond une infinité de surfaces satisfaisantes : ce sont toutes celles qui possèdent un réseau conjugué ayant pour image sphérique le réseau en question. On les obtient en intégrant une équation linéaire du second ordre.

» La principale difficulté du problème consiste donc dans la détermination des réseaux sphériques satisfaisant aux conditions ci-dessus, qui ont été indiquées d'abord par M. Cosserat. Je les appellerai les réseaux C. M. Bianchi a observé que tout réseau C est la représentation sphérique des asymptotiques d'une surface pour laquelle la courbure totale exprimée en fonction des paramètres des asymptotiques a pour valeur $-[f(\alpha)+\varphi(\beta)]^{-2}$. Il suit de là qu'il revient au même de déterminer les réseaux C ou de résoudre la question suivante : Trouver toutes les équations de la forme $\theta''_{\alpha\beta}=k\theta$ possédant trois solutions θ_1, θ_2, θ_3 telles que

$$\theta_1^2+\theta_2^2+\theta_3^2=f(\alpha)+\varphi(\beta).$$

» Cette remarque a été formulée par M. Egorov; nous l'avions faite de notre côté et elle va nous conduire à l'équation dont dépend le problème.

» Il y a trois cas à distinguer : ou bien les fonctions $f(\alpha)$ et $\varphi(\beta)$ dépendent effectivement de leurs arguments respectifs, ou bien une d'elles est constante, ou bien toutes deux le sont. Par un choix convenable des variables, il sera toujours permis de poser, dans le premier cas, $f(\alpha) = \alpha$, $\varphi(\beta) = \beta$ et, dans le deuxième cas, $f(\alpha) = 0$, $\varphi(\beta) = \beta$.

» *Premier cas.* — De l'équation

$$\sum \theta_i^2 = \theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 = \alpha + \beta,$$

on déduit, en dérivant par rapport à α et par rapport à β,

$$\text{(1)} \qquad \sum \frac{\partial \theta_i}{\partial \alpha} \frac{\partial \theta_i}{\partial \beta} = -k(\alpha + \beta).$$

On a, d'autre part,

$$\text{(2)} \qquad \frac{\partial}{\partial \beta} \sum \left(\frac{\partial \theta_i}{\partial \alpha} \right)^2 = k,$$

$$\text{(3)} \qquad \frac{\partial}{\partial \alpha} \sum \left(\frac{\partial \theta_i}{\partial \beta} \right)^2 = k.$$

Posons

$$\theta_1 = c\sqrt{\alpha + \beta}, \qquad \theta_2 = c'\sqrt{\alpha + \beta}, \qquad \theta_3 = c''\sqrt{\alpha + \beta};$$

c, c', c'' seront les coordonnées du point (α, β) de la sphère qui renferme le réseau C cherché.

» En portant ces valeurs de θ_1, θ_2, θ_3 dans les équations (1), (2) et (3), on trouve

$$\text{(4)} \qquad \begin{cases} \dfrac{1}{4(\alpha + \beta)} + (\alpha + \beta) \sum \dfrac{\partial c}{\partial \alpha} \dfrac{\partial c}{\partial \beta} = -k(\alpha + \beta), \\[2ex] \dfrac{\partial}{\partial \beta} \left[\dfrac{1}{4(\alpha + \beta)^2} + (\alpha + \beta) \sum \left(\dfrac{\partial c}{\partial \alpha} \right)^2 \right] = k, \\[2ex] \dfrac{\partial}{\partial \alpha} \left[\dfrac{1}{4(\alpha + \beta)^2} + (\alpha + \beta) \sum \left(\dfrac{\partial c}{\partial \beta} \right)^2 \right] = k. \end{cases}$$

» Pour pouvoir intégrer les deux dernières équations, nous poserons $k = \frac{\partial^2 \sigma}{\partial \alpha \, \partial \beta}$, et il viendra, les fonctions $\lambda(\alpha)$ et $\mu(\beta)$ étant arbitraires,

$$\text{(5)} \qquad \frac{1}{4(\alpha + \beta)^2} + (\alpha + \beta) \sum \left(\frac{\partial c}{\partial \alpha} \right)^2 = \frac{\partial \sigma}{\partial \alpha} + \lambda(\alpha),$$

$$\text{(6)} \qquad \frac{1}{4(\alpha + \beta)^2} + (\alpha + \beta) \sum \left(\frac{\partial c}{\partial \beta} \right)^2 = \frac{\partial \sigma}{\partial \beta} + \mu(\beta).$$

» Les équations (4), (5) et (6), résolues par rapport à $\sum\left(\frac{\partial c}{\partial \alpha}\right)^2$, $\sum\frac{\partial c}{\partial \alpha}\frac{\partial c}{\partial \beta}$, $\sum\left(\frac{\partial c}{\partial \beta}\right)^2$ conduisent à cette forme simple du ds^2 de la sphère

$$(A)\qquad ds^2 = \frac{\frac{\partial \varphi}{\partial \alpha}}{\alpha+\beta}d\alpha^2 - 2\frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha\,\partial \beta}d\alpha\,d\beta + \frac{\frac{\partial \varphi}{\partial \beta}}{\alpha+\beta}d\beta^2.$$

» La fonction φ satisfait à une équation aux dérivées partielles du quatrième ordre qu'on obtient en exprimant que la courbure totale de la sphère est égale à l'unité. Réciproquement, à toute solution de cette équation il correspond un réseau C, et un seul.

» On peut, en raisonnant comme il suit, établir la formule (A) plus rapidement que par la méthode indiquée plus haut ([1]). Tout réseau C, on l'a vu, est la représentation sphérique des asymptotiques d'une surface dont la courbure totale égale $-\frac{1}{(\alpha+\beta)^2}$. Si donc on écrit le ds^2 de la sphère

$$ds^2 = e\,d\alpha^2 + 2f\,d\alpha\,d\beta + g\,d\beta^2,$$

on aura, en vertu de formules connues,

$$\frac{f\frac{\partial e}{\partial \beta} - e\frac{\partial g}{\partial \alpha}}{eg-f^2} = \frac{1}{\alpha+\beta},\qquad \frac{f\frac{\partial g}{\partial \alpha} - g\frac{\partial e}{\partial \beta}}{eg-f^2} = \frac{1}{\alpha+\beta},$$

et il suffira de poser, dans ces équations, $f = \frac{\partial^2 \psi}{\partial \alpha\,\partial \beta}$, pour retrouver la formule en question.

» *Deuxième cas.* — En procédant comme plus haut, on obtient cette forme définitive du ds^2 de la sphère

$$(B)\qquad ds^2 = e^\beta\left(d\alpha^2 + 2\frac{\partial \varphi}{\partial \alpha}d\alpha\,d\beta + \varphi\,d\beta^2\right).$$

» L'inconnue φ vérifie une équation du troisième ordre qui s'écrit, avec les notations de Monge,

$$\frac{\partial s}{\partial \alpha}(\varphi - p^2) + \left(r - \tfrac{1}{2}\right)\left(ps - \frac{q}{2}\right) = e^\beta(\varphi - p^2)^2.$$

» Cette équation admet des solutions fonctions de l'argument $m\alpha + e^\beta$.

» Enfin, il est bien connu que, dans le *troisième cas*, le ds^2 de la sphère

---

([1]) Nous avons cependant fait connaître cette méthode, parce qu'elle s'applique à d'autres problèmes et notamment aux suivants : *Trouver toutes les équations de la forme* $\theta''_{\alpha\beta} = k\theta$ *admettant quatre solutions dont la somme des carrés égale un, ou bien admettant trois solutions dont la somme des carrés égale une fonction donnée de* k.

prend la forme

(C) $$ds^2 = d\alpha^2 - 2\cos 2\omega \, d\alpha \, d\beta + d\beta^2,$$

ω vérifiant l'équation

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial\alpha \, \partial\beta} = \sin\omega \cos\omega. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales analytiques des équations différentielles du premier ordre et de degré quelconque dans le voisinage de certaines valeurs singulières.* Note de M. **Henri Dulac**, présentée par M. Painlevé.

« F étant, par exemple, un polynome, je considère l'équation différentielle

(1) $$F(x, y, z) = 0, \qquad z = \frac{dy}{dx} = y'.$$

» Je me propose d'étudier les intégrales analytiques de cette équation, dans le voisinage d'un système de valeurs x, y, z, qui définissent soit un point ordinaire, soit un point double non uniplanaire de la surface représentée par l'équation (1).

» Dans le cas d'un point ordinaire, le procédé que j'emploie ne diffère pas, au fond, de la méthode indiquée par M. Poincaré. Ce procédé, dans les cas étudiés d'ordinaire, ne présente aucun avantage, mais il me permet d'étudier des cas de points singuliers dont l'étude complète n'a pas été faite, à ma connaissance, et qui se présentent pour l'équation (1) *la plus générale*. En effet, d'une part, le raisonnement de Briot et Bouquet dans le cas où, pour $x = y = 0$, n valeurs de y' deviennent égales (toute autre particularité étant écartée), ne montre pas rigoureusement qu'à cette valeur de y' ne correspond qu'une intégrale tendant vers l'origine. L'équation auxiliaire obtenue présente un point singulier par lequel passent au contraire, en général, une infinité d'intégrales. D'autre part, la discussion faite par M. Fuchs suppose que, tout le long d'une courbe $y = g(x)$, n valeurs de y' se permutent, mais ne s'applique pas aux valeurs isolées de x et de y pour lesquelles n valeurs de y' deviennent égales, tandis que pour toutes les valeurs voisines n' valeurs seulement de y' sont égales ($n' < n$).

» Dans le cas d'un point double, M. Poincaré ramène l'étude des intégrales dans le voisinage du point à l'étude des intégrales d'une équation dans le voisinage des divers points d'une *conique*. Il m'a paru commode,

soit pour l'étude des intégrales tendant vers le point, soit pour la recherche de leur forme analytique, de ramener dans ce cas, comme dans le cas d'un point ordinaire, l'étude du point à l'étude, dans le voisinage d'un point *unique*, des intégrales d'une équation du premier degré.

» La méthode s'appliquerait dans d'autres cas que ceux que j'examine. On peut, par exemple, étudier ainsi les intégrales analytiques de l'équation dont M. Picard (*Traité d'Analyse*, t. III, p. 217 et suiv.) étudie les intégrales réelles.

» I. *Point ordinaire.* — Il n'y a lieu d'examiner que les cas où $\frac{\partial F}{\partial z} = 0$. On peut toujours supposer $x = y = z = 0$ et mettre l'équation sous la forme

$$(2) \qquad y = ax + x^2(\alpha + A) + xy'(b + B) + y'^n(\beta + C),$$

le second membre ne contenant que x et y'. Ici, comme dans la suite, les petites lettres désignent des constantes et les grandes lettres des fonctions holomorphes s'annulant avec les variables. En différentiant on obtient

$$(3) \qquad dx[a + 2\alpha x + (b - 1)y' + \ldots] + dy'(bx + n\beta y'^{n-1} + \ldots) = 0.$$

Je distingue deux cas, suivant que $\frac{\partial F}{\partial x} + z\frac{\partial F}{\partial y}$ est égal à zéro ou différent de zéro. Dans un cas, $a = 0$, dans l'autre, $a \neq 0$. On sera dans l'un ou l'autre cas suivant que les intégrales seront tangentes ou non au contour apparent sur le plan $z = 0$. Si, dans le voisinage de $x = y = 0$, moins de n valeurs de y' deviennent égales, le contour apparent présente, en général, un point de rebroussement :

» 1° $a = 0$. — Les équations (2) et (3) permettent de développer x et y suivant les puissances de y' et d'une constante arbitraire. Cette forme de l'intégrale générale met en évidence qu'il ne passe par l'origine qu'une intégrale. Elle est algébroïde et présente un point singulier, d'ordinaire de rebroussement. On reconnaît l'extension, aux cas signalés au début, des résultats connus.

» 2° $a = 0$. — L'équation (3) présente un point singulier dont l'étude se fait aisément par les théorèmes obtenus sur les intégrales dans le voisinage d'un tel point. *Il passe, en général, par l'origine une infinité d'intégrales de* (2). Le seul cas où $a = 0$ et où l'équation (3) ne présente pas un point singulier est le cas classique d'une intégrale singulière.

» II. *Point double.* — On peut, d'abord, toujours exprimer x, y, z en

fonction holomorphe de deux variables X et Y et d'un radical $\sqrt{P(X,Y)}$. Le point double n'étant pas uniplanaire, les termes de degré minimum de P seront du second degré.

» 1° *Ces termes du second degré ne forment pas un carré.* — P peut se mettre sous la forme AB, les termes de degré minimum de A et B étant du premier degré. Si l'on pose $A=u^2$, $B=v^2$, on a pour x, y, z des développements holomorphes et la relation $dy = z\,dx$ fournit une équation différentielle entre u et v.

» 2° *Les termes du second degré forment un carré.* — C'est le cas d'un point double biplanaire. (Je laisse de côté le sous-cas facile à étudier où P peut être considéré comme le carré d'une fonction holomorphe.) Dans ce cas, le point fait partie d'une ligne double. On peut toujours mettre P sous la forme A^2-4B^n, $n \geqq 3$. En posant $A=u^n+v^n$, $B=uv$, on arrive à la conclusion de 1°.

» La méthode employée s'applique encore dans divers cas où x, y, z peuvent s'exprimer en fonction holomorphe de deux paramètres. Il en est ainsi, en particulier, lorsque les termes de degré minimum de P sont du troisième degré sans former un cube.

» Je vais n'examiner ici que le cas général d'un point double, qui donnera un exemple des circonstances qui se présentent dans beaucoup d'autres cas particuliers. L'équation (1) peut toujours se mettre sous la forme

$$y' = a + bx + cy + \ldots + \sqrt{xy}. \tag{4}$$

» En posant

$$x = u^2, \qquad y = v^2,$$

on a

$$u\,dv = v\,du(a + bu^2 + cv^2 + \ldots uv).$$

» Si l'on a $a \neq 0$, il passe toujours par l'origine deux intégrales holomorphes de (4) et une infinité d'intégrales non holomorphes. Si $a=0$, il passe par l'origine une intégrale algébroïde et, en outre, une infinité d'intégrales non algébroïdes, à moins qu'une infinité de conditions ne soient satisfaites. Si elles le sont, il existe un développement régulier

$$H(u, v) = \text{constante},$$

donnant l'intégrale générale de (4). »

MÉCANIQUE. — *Sur la déformation infiniment petite d'un corps élastique soumis à des forces données.* Note de MM. **Eugène** et **François Cosserat**.

« Dans les indications que nous avons données jusqu'ici sur les recherches que nous avons entreprises à l'égard des intégrales des équations

$$(1) \qquad \Delta_2 u + \xi \frac{\partial \theta}{\partial x} = X, \qquad \Delta_2 v + \xi \frac{\partial \theta}{\partial y} = Y, \qquad \Delta_2 w + \xi \frac{\partial \theta}{\partial z} = Z,$$

nous n'avons envisagé que les solutions qui sont données à la surface d'un domaine.

» Supposons maintenant que l'on donne les composantes de l'effort sur la surface, et désignons par $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$, $\mathcal{H}$ ces composantes divisées par la constante μ de Lamé; nous avons

$$(2) \qquad \mathcal{F} = (\xi - 1) l\theta + \frac{\partial u}{\partial N} + l \frac{\partial u}{\partial x} + m \frac{\partial v}{\partial x} + n \frac{\partial w}{\partial x}$$

et deux formules analogues. Les fonctions que nous avons à déterminer sont des fonctions de ξ, à l'égard desquelles nous pouvons raisonner comme dans le cas des déplacements imposés à la frontière.

» Une première question se pose. La solution est-elle unique? On sait que Betti et Kirchhoff ont démontré que, pour $\xi > \frac{1}{3}$, la solution est déterminée à un déplacement d'ensemble infiniment petit près, que l'on peut fixer par certaines conditions géométriques. Mais il reste à examiner si, pour $\xi \leqq \frac{1}{3}$, il existe trois fonctions u, v, w vérifiant les équations (1), où $X = Y = Z = 0$, annulant les seconds membres des équations (2), et ne se réduisant pas aux composantes d'un déplacement d'ensemble infiniment petit.

» Nous répondrons prochainement d'une façon générale à cette question; nous n'examinerons aujourd'hui qu'un premier cas particulier, celui où le corps est une sphère de rayon a, ayant pour centre l'origine des coordonnées.

» Pour un tel corps, la solution des équations (1), où $X = Y = Z = 0$, qui satisfait aux conditions (2), a été donnée pour la première fois par Lamé, et, peu après, d'une manière indépendante, par Lord Kelvin. Nous

donnerons à la solution proposée par ce dernier la forme suivante :

$$(3) \qquad u = + u_0 \xi \sum_{i=0}^{i=\infty} \frac{k_i U_i}{\xi - k_i}$$

avec des formules analogues pour v, w que l'on obtient en remplaçant u_0, U_i par v_0, V_i, puis par w_0, W_i.

» Les fonctions u_0, v_0, w_0 sont trois fonctions harmoniques qui satisfont aux conditions (2) où l'on fait $\xi = 0$, et qui, en outre, sont telles que

$$\theta_0 + \frac{\partial u'_0}{\partial x} + \frac{\partial v'_0}{\partial y} + \frac{\partial w'_0}{\partial z} = 0,$$

u'_0, v'_0, w'_0 étant trois autres fonctions harmoniques qui prennent les valeurs $a\mathcal{F}$, $a\mathcal{G}$, $a\mathcal{H}$ à la surface de la sphère.

» Formons, d'autre part, le développement de θ_0 en série de polynomes sphériques F_i; les nombres k_i et les polynomes U_i seront définis par les formules

$$k_i = \frac{2i+1}{2i^2+4i+3}, \qquad U_i = xF_i + \frac{a^2 - 3r^2}{2(2i+1)} \frac{\partial F_i}{\partial x}, \qquad (r^2 = x^2 + y^2 + z^2),$$

les deux autres séries de polynomes V_i, W_i se déduisant des U_i par permutation circulaire de x, y, z.

» Ces formules mettent en évidence que u, v, w sont des fonctions uniformes de ξ admettant les mêmes points critiques, savoir le *point singulier essentiel* o et les pôles simples k_0, k_1, k_2, ...; les résidus du pôle k_i sont les fonctions $k_i^2 U_i$, $k_i^2 V_i$, $k_i^2 W_i$ *qui jouissent de la propriété d'annuler à la frontière les seconds membres des* (2) *pour* $\xi = k_i$, *et de vérifier pour la même valeur de* ξ *les équations* (1), *où* $X = Y = Z = 0$.

» Les résultats précédents peuvent s'exprimer autrement. Considérons, en effet, l'effort ($\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$, $\mathcal{H}$), relatif à un déplacement quelconque u, v, w, sur un élément plan normal à une droite issue de l'origine; nous aurons

$$\mathcal{F} r = (\xi - 1) x\theta + r\frac{\partial u}{\partial r} + x\frac{\partial u}{\partial x} + y\frac{\partial v}{\partial x} + z\frac{\partial w}{\partial x}$$

et deux formules analogues. MM. Fontaneau et Almansi ont remarqué que

l'on a

$$\Delta_2(\mathfrak{F}r) + 2\xi r \frac{\partial}{\partial r}\frac{\partial\theta}{\partial x} = 0,$$

$$\Delta_2(\mathfrak{G}r) + 2\xi r \frac{\partial}{\partial r}\frac{\partial\theta}{\partial y} = 0,$$

$$\Delta_2(\mathfrak{H}r) + 2\xi r \frac{\partial}{\partial r}\frac{\partial\theta}{\partial z} = 0,$$

$$\frac{\partial\mathfrak{F}r}{\partial x} + \frac{\partial\mathfrak{G}r}{\partial y} + \frac{\partial\mathfrak{H}r}{\partial z} = (3\xi - 1)\theta.$$

» Appliquons ces relations au déplacement (U_i, V_i, W_i) qui jouit des propriétés énoncées plus haut.

» En désignant par G la fonction de Green pour la sphère, nous aurons

$$2\pi F_i(x, y, z) = \frac{k_i}{3k_i - 1}\int\int\int\left(\frac{\partial G}{\partial x}r'\frac{\partial}{\partial r'}\frac{\partial F_i}{\partial x'} + \frac{\partial G}{\partial y}r'\frac{\partial}{\partial r'}\frac{\partial F_i}{\partial y'} + \frac{\partial G}{\partial z}r'\frac{\partial}{\partial r'}\frac{\partial F_i}{\partial z'}\right)dx'\,dy'\,dz'.$$

» Il existe donc, pour la sphère, des fonctions harmoniques F_i (qui ne sont autres que les polynomes sphériques) vérifiant l'équation fonctionnelle précédente, laquelle entraîne les relations

$$\int\int\int F_i F_k\,dx\,dy\,dz = 0 \qquad (i \neq k);$$

il leur correspond des fonctions U_i, V_i, W_i annulant l'effort sur la frontière et dont les paramètres différentiels du second ordre sont égaux respectivement aux dérivées premières de F_i; ces fonctions vérifient les équations (1), où $\xi = k_i$ et $X = Y = Z = 0$ et donnent lieu aux formules telles que (3). »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur les vibrations des nappes liquides de formes déterminées*. Note de MM. C. **Chéneveau** et G. **Cartaud**, présentée par M. A. Potier.

« Nous nous sommes proposé, dans ce Travail, d'étudier expérimentalement les figures des ondes produites à la surface des liquides contenus dans des cuvettes de formes variées, sous l'influence de vibrations. Ces figures ont pu être photographiées sur le mercure, dont la surface réfléchissante renvoyait dans un appareil photographique vertical le faisceau

horizontal d'une lanterne à arc électrique réfléchi, sur la cuvette, par une glace sans tain, inclinée à 45°. Les cuvettes étaient fixées sur la caisse de résonance d'un diapason entretenu électriquement, soit encore sur une plaque de laiton que l'on pouvait faire vibrer à l'archet ou par les chocs rythmés du marteau d'un trembleur.

» Nous ne parlerons pas ici des résultats obtenus par l'introduction dans les cuvettes, d'obstacles, de styles immobiles ou vibrants : ces résultats nous ont ramenés aux figures de J.-H. Vincent (¹), qui a, de cette manière, illustré la plupart des lois des phénomènes ondulatoires; nous avons, en effet, entrepris cette étude dans un esprit assez différent, espérant, sur les conseils de M. Osmond, pouvoir rattacher aux lignes d'interférence des ondes des liquides, les lignes superficielles qui apparaissent sur les métaux déformés.

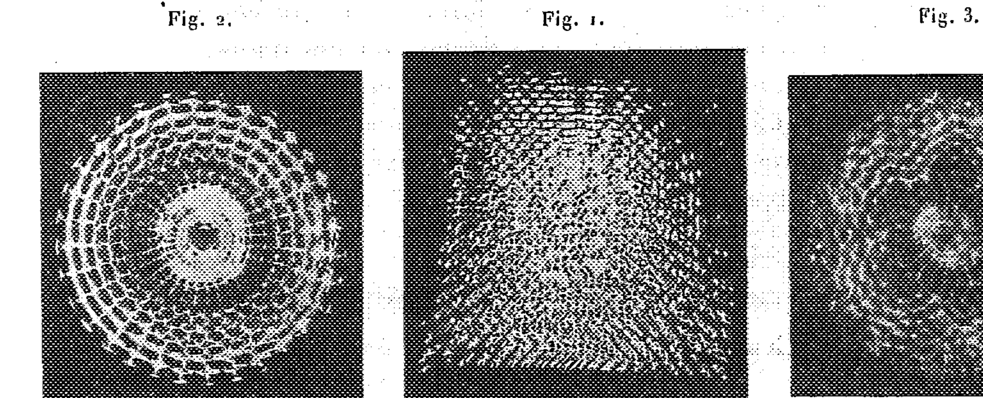
» *Cuvettes rectangulaires et carrées.* — On observe à la surface du mercure : 1° une série d'ondes stationnaires rectilignes, équidistantes, respectivement parallèles aux côtés de la cuvette; ces ondes ont déjà été observées par Barthélemy (²) et photographiées par Vincent; 2° des ondes stationnaires rectilignes, équidistantes, inclinées à 45° sur les côtés de la cuvette; elles résultent de l'interférence des ondes parallèles émises par les bords rectangulaires de la nappe; 3° visibles surtout dans les coins de la cuvette, deux nappes de paraboles homofocales, ayant respectivement pour axes deux côtés adjacents de la cuvette, et pour foyer commun le point d'intersection de ces deux côtés. Ces paraboles résulteraient de l'interférence des ondes circulaires émises par chacun des angles de la nappe, avec des ondes rectilignes issues des bords adjacents (*fig.* 1).

» *Cuvette circulaire.* — Si, sur une plaque de laiton carrée, attaquée en un point déterminé par le marteau d'un trembleur, on déplace une petite cuvette circulaire contenant du mercure, les figures des ondes varient avec la position de la cuvette sur la plaque pour un même régime du trembleur. Ces différentes figures peuvent être obtenues successivement dans la cuvette fixée en un point de la plaque, un ventre, par exemple, en faisant varier progressivement les conditions du régime vibratoire. On obtient ainsi, pour une faible amplitude, des ondes circulaires concentriques; puis on voit apparaître des figures formées par des combinaisons extrêmement variées de cercles concentriques et de rayons (*fig.* 2); l'amplitude aug-

(¹) *Philosophical Magazine*, juin 1897, février et septembre 1898, octobre 1899.
(²) Barthélemy, *Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. I.

mentant toujours, cercles et rayons se déformant plus ou moins, les figures se transforment tout en conservant une symétrie souvent parfaite (*fig.* 3), jusqu'au moment où, un équilibre devenant difficile à obtenir, on n'arrive plus à une figure stable que par un artifice qui consiste à recouvrir la nappe d'une pellicule d'eau, ou mieux, de collodion riciné. La figure est alors celle que nous avons observée dans une cuvette carrée, c'est-à-dire une réticulation d'ondes rectilignes à mailles carrées, traversées par leurs

Fig. 2. Fig. 1. Fig. 3.



diagonales. Si l'on recouvre la plaque de laiton d'une mince nappe d'eau retenue par des bourrelets, on constate que les ondes de la cuvette circulaire se raccordent avec celles de la nappe liquide environnante.

» *Influence des parois des cuvettes.* — Les figures ne sont pas sensiblement influencées par la nature et l'inclinaison des parois; nous avons vérifié le fait avec le bois, le verre, le caoutchouc, le feutre et les métaux amalgamés qui mouillent le mercure. Les parois n'interviendraient ainsi que pour imprimer à la nappe une forme déterminée, les figures pouvant, en effet, se produire sur une nappe libre limitée par son ménisque.

» Une goutte de mercure, par exemple, placée sur une plaque attaquée à l'archet, reproduit les figures observées dans les cuvettes circulaires. Aux ondes circulaires succèdent, quand on augmente l'amplitude, des figures du genre de la *fig.* 2; mais ici, l'absence de paroi permet à la goutte de se déformer, et le contour devient étoilé. Pour une amplitude un peu grande, on arrive à la désagrégation de la goutte, le mercure étant projeté en gouttelettes, verticalement en son centre, et latéralement à l'extrémité de chaque branche de l'étoile.

» *Tourbillons.* — Des poussières légères, grains de lycopode ou légers flotteurs, projetés à la surface de la nappe vibrante, ne restent pas immo-

biles, mais décrivent des trajectoires fermées, dont le nombre et la forme varient avec le profil de la cuvette et le régime vibratoire.

» Dans une cuvette circulaire, pour une faible amplitude, le lycopode dessine deux tourbillons partageant la cuvette suivant un diamètre. Dans certaines conditions, on en observe quatre; mais, pour de grandes amplitudes, ces mouvements deviennent très compliqués et difficiles à suivre.

» Ces tourbillons se produisent également quand la vibration est transmise par l'intermédiaire d'un style vibrant placé au centre de la cuvette; ils se produisent alors seuls, et à l'exclusion des ondes, dans les liquides visqueux comme l'huile, la glycérine et le collodion riciné. L'emploi de ce dernier liquide est particulièrement avantageux, car les mouvements tourbillonnaires se trouvent dessinés et fixés par la dessiccation superficielle de la nappe. »

PHYSIQUE. — *Sur la radio-activité des sels de radium.* Note de MM. P. Curie et A. Debierne, présentée par M. A. Potier.

« Nous avons montré précédemment qu'on peut communiquer temporairement des propriétés radio-actives à un corps quelconque à l'aide des sels de radium, et qu'en particulier on peut les communiquer à l'eau distillée.

» Cette eau peut être rendue radio-active par divers procédés.

» On peut, par exemple, comme nous l'avons déjà indiqué, séparer par distillation en vase complètement clos l'eau d'une dissolution de chlorure de radium faite depuis plusieurs jours; l'eau distillée ainsi obtenue est fortement radio-active.

» Un second procédé, encore plus simple, consiste à mettre dans une enceinte parfaitement close deux cristallisoirs renfermant, l'un une dissolution d'un sel de radium, l'autre de l'eau distillée; au bout d'un temps suffisant, l'eau distillée est devenue active, la communication de la radioactivité se faisant par l'intermédiaire des gaz de l'enceinte.

» Enfin, un troisième procédé consiste à enfermer une solution de sel de radium dans une capsule de celluloïd complètement fermée (¹) et à plonger cette capsule dans l'eau à activer, placée elle-même dans un flacon

(¹) Cette capsule se fabrique facilement avec de la feuille de celluloïd; les bords de la feuille se soudent en les humectant d'acétone.

fermé. Dans ces conditions le celluloïd joue le rôle d'une membrane semi-perméable parfaite, et aucune trace de sel ne traverse les parois, tandis que l'activité de la dissolution se communique très bien à l'eau extérieure ([1]).

» L'eau activée peut avoir une activité aussi forte et même, dans certaines conditions, plus forte que celle du corps qui a servi à la rendre radio-active. Conservée en tube scellé, elle perd la plus grande partie de son activité en quelques jours; laissée en vase ouvert, la perte d'activité est beaucoup plus rapide et est d'autant plus rapide que la surface de contact avec l'air ambiant est plus grande.

» Les dissolutions de sels de radium se comportent d'une façon analogue. Si on laisse une dissolution en vase ouvert, elle diminue considérablement d'activité, et l'on abaisse cette activité autant que l'on veut en augmentant la surface de contact de la dissolution avec l'air libre ([2]). Mais, contrairement à ce qui se passe pour l'eau activée, la perte d'activité n'est pas définitive; si l'on met cette solution désactivée en tube scellé, elle reprend peu à peu, au bout d'une dizaine de jours, son activité primitive.

» Voici une théorie qui permet de coordonner assez bien ces phénomènes de radio-activité : on peut admettre que chaque atome de radium fonctionne comme une source continue et constante d'énergie radio-active sans qu'il soit nécessaire, d'ailleurs, de préciser d'où vient cette énergie ([3]). L'énergie radio-active accumulée dans un corps par le radium tend à se dissiper de deux façons différentes : 1° par rayonnement (rayons chargés et non chargés d'électricité); 2° par conduction, c'est-à-dire par transmission de proche en proche aux corps environnants par l'intermédiaire des gaz et des liquides (radio-activité induite).

» La perte d'énergie radio-active d'un corps, tant par rayonnement que

---

([1]) L'activité induite ne peut pas être transmise par l'air au travers d'une paroi de celluloïd sec, mais elle se transmet facilement si l'on humecte la paroi avec une goutte d'eau.

([2]) On peut facilement avoir ainsi une dissolution 500 fois moins active que la solution initiale.

([3]) Cette énergie peut avoir été emmagasinée antérieurement; elle peut être produite par une modification du radium lui-même; elle peut provenir de la transformation d'un rayonnement extérieur inconnu; elle peut enfin être empruntée à la chaleur du milieu ambiant, contrairement au principe de Carnot (voir l'article de Mme Curie dans la *Revue générale des Sciences*, janvier 1899).

par conduction, est d'autant plus grande que la quantité de cette énergie accumulée dans le corps est plus considérable. On comprend alors qu'un équilibre de régime s'établit nécessairement; l'énergie radio-active accumulée dans le corps allant en augmentant jusqu'à ce que la double perte dont nous venons de parler compense l'apport continu fait par le radium.

» On peut considérer cette manière de voir comme analogue à celle qui est en usage dans l'étude des phénomènes calorifiques. Si, dans l'intérieur d'un corps, il se fait, par une cause quelconque, un dégagement continu et constant de chaleur, la chaleur s'accumule dans le corps et la température s'élève jusqu'à ce que la perte de chaleur du corps par rayonnement et par conduction fasse équilibre à l'apport continu de chaleur.

» En poursuivant cette analogie, il y aurait lieu de considérer une tension de radio-activité analogue à la température, et caractérisée par l'intensité du rayonnement (que nous avons considéré jusqu'ici comme donnant la mesure de l'intensité de la radio-activité). On pourrait aussi définir une capacité de radio-activité analogue à la capacité calorifique.

» La théorie qui précède permet d'interpréter diverses expériences :

» En général, excepté dans des conditions spéciales, l'activité ne se communique pas de proche en proche à travers les corps solides. Lorsqu'on conserve une dissolution en tube scellé, la perte par rayonnement subsiste seule, et l'activité radiante de la dissolution prend une valeur très élevée. Si, au contraire, la dissolution se trouve dans un vase ouvert, la perte d'activité de proche en proche par conduction devient considérable, et lorsque l'état de régime est établi l'activité radiante de la solution est très faible.

» Remarquons encore que l'activité radiante d'un corps radio-actif solide laissé à l'air libre ne diminue pas sensiblement, parce que, la propagation de la radio-activité par conduction ne se faisant pas à travers les solides, c'est seulement une couche superficielle extrêmement mince qui produit la radio-activité induite. On constate, en effet, que la dissolution du même sel produit des phénomènes de radio-activité induite beaucoup plus intenses (20 fois plus forts environ). Avec un sel solide l'énergie radio-active s'accumule dans le sel et ne se dissipe guère que par rayonnement. Au contraire, lorsque le sel est en dissolution depuis plusieurs jours, l'énergie radio-active est répartie entre l'eau et le sel, et si on les sépare par distillation, l'eau entraîne une grande partie de l'activité et le sel solide est beaucoup moins actif (10 ou 15 fois, par exemple) qu'avant

dissolution ([1]). Ensuite le sel solide reprend peu à peu son activité primitive.

» La communication de l'activité du sel de radium à l'eau de dissolution se fait d'ailleurs assez lentement, et l'équilibre n'est obtenu qu'au bout d'une dizaine de jours; si, par exemple, on évapore la dissolution aussitôt après l'avoir faite, le sel garde une portion beaucoup plus considérable de son activité. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Démonstration géographique de l'origine terrestre des aurores polaires* ([2]). Note de M. **Henri Stassano**, présentée par M. Lippmann.

« Dans les croisières que je fis, de 1885 à 1891, en mission du Gouvernement royal d'Italie, dans l'Atlantique, j'assistai souvent à ces pluies vraiment diluviennes, accompagnées de formidables décharges électriques, qui se produisent régulièrement dans la zone des calmes équatoriaux, lors des très fortes chaleurs; et j'eus aussi l'occasion d'assister souvent à ces brusques orages d'été, les *pamperos*, qui éclatent et se dissipent, sur la côte brûlée du Sahara, en quelques minutes.

» Considérant l'immense perte en électricité que ces précipitations entraînent dans les hautes couches de l'atmosphère, je me souvins de l'hypothèse de De la Rive, qui attribue à l'évaporation équatoriale l'origine de l'électricité des aurores polaires, et j'en envisageai, de suite, la démonstration, dans les termes suivants : si cette théorie est vraie, aux époques des chaleurs torrides les plus intenses, autrement dit, des hivernages équatoriaux, les aurores polaires doivent être moins fréquentes.

» Je trouvai ([3]), effectivement, dans le diagramme de la répartition mensuelle des aurores boréales, d'après Klein, qu'il existe une correspondance très frappante entre les minima de fréquence de ces météores et les époques des pluies équatoriales, la grande et la petite saison humide du golfe de Guinée, qui est la région des calmes où il pleut le plus et où les

---

([1]) La diminution d'activité a été observée pour la première fois par M. Giesel (*Wied. Ann.*, t. LXIX, p. 91; 1899).

([2]) Le travail *in extenso*, accompagné de diagrammes et de cartes météorologiques, paraîtra dans le prochain numéro des *Annales de Géographie de Paris*.

([3]) Stassano, *Atti della R. Accademia dei Lincei*, p. 210-212; Roma, 1889.

précipitations ont le caractère franchement zénithal et, respectivement, entre les deux maxima annuels d'aurores boréales et les deux saisons sèches de cette même région équatoriale. De plus, je trouvai qu'au maximum d'aurores boréales le plus élevé de l'année correspond exactement la période la plus sèche de la Guinée supérieure, les mois de septembre et d'octobre, pendant lesquels l'air y est le plus nettoyé de brumes et le moins défavorable à la santé des blancs.

» Dans le catalogue des aurores australes publié, dans ces derniers temps, par W. Boller [1], je viens de trouver bien d'autres faits, qui me permettent de reprendre aujourd'hui mon ancienne démonstration, en lui donnant une portée générale.

» I. Les aurores australes, de même que les boréales, sont particulièrement fréquentes vers les mois d'avril et d'octobre, c'est-à-dire un peu après les équinoxes; et elles deviennent rares, comme les boréales, vers les solstices, en janvier et en juillet.

» II. Le maximum annuel plus fort des aurores boréales correspond à l'équinoxe d'automne; par contre, celui des australes correspond à l'équinoxe de printemps. Il ne s'agit donc pas d'une symétrie astronomique, mais d'un parallélisme météorologique. Les aurores, en effet, deviennent plus fréquentes dans l'hémisphère septentrional lorsque le Soleil se trouve dans l'hémisphère méridional, et *vice versa*.

» III. Les deux minima annuels des aurores boréales et australes se produisent pendant les solstices. Dans ces minima, cependant, il n'y a pas d'alternative. C'est en juillet que les aurores sont le plus rares au Nord comme au Sud : c'est-à-dire à l'époque de l'année où le rayonnement solaire se fait sentir le plus sous l'équateur et presque autant d'un côté que de l'autre de la ligne.

» IV. La correspondance trouvée depuis longtemps entre les années de maxima de taches solaires et de grande fréquence des aurores boréales, qui se vérifie aussi pour les australes selon W. Boller, doit être rattachée, d'après ce qui précède, à la diminution du rayonnement solaire, comme conséquence de l'augmentation du nombre et de l'étendue des taches dans la photosphère du Soleil.

» V. La courbe annuelle de fréquence des aurores australes, sauf l'écart qu'elle présente au moment de l'équinoxe du Capricorne, est assez uniforme. Cela s'accorde avec l'uniformité considérable du climat, d'une saison à l'autre, de l'hémisphère méridional, s'accusant de plus en plus à mesure que l'on monte en latitude, grâce à l'augmentation également croissante du domaine océanique.

» VI. Si l'on examine sur un même planisphère les courbes d'égale fréquence des aurores, tracées d'après Loomsi, H. Fritz et W. Boller, l'intimité et la constance des rapports existant entre ces météores lumineux et l'état de l'atmosphère, où ils apparaissent, deviennent très frappantes. La ligne qui passe par les pays de l'hémisphère septentrional où les aurores boréales commencent à être fréquentes (trente aurores

---

[1] *Beitrage zur Geophysik*, III Band, I Heft; Leipzig, 1896.

par an) s'arrête, en moyenne, à la latitude de 60° nord; la ligne correspondante de fréquence des aurores australes, par contre, se tient partout dans des latitudes beaucoup moins élevées et atteint presque le tropique aux environs de l'Australie. La succession rapide, parfois brusque, du climat tropical au climat froid, sinon glacial, est le caractère de l'hémisphère austral. Le rapprochement si considérable des latitudes tropicales, de cette première ligne de fréquence des aurores, ainsi que des autres qui la suivent, en est la conséquence. C'est ce qu'on a observé pour les oscillations annuelles des lignes de fréquence des aurores boréales, qui descendent et remontent en même temps avec la limite des glaces, dans les mers arctiques, qui alternativement gèlent en hiver et deviennent libres en été.

» VII. L'intimité de ces rapports se précise si l'on trace, sur la même carte, à côté de ces lignes de fréquence des aurores, les isothermes et les isobares annuelles correspondantes. On voit alors nettement les lignes des aurores suivre de près les limites des zones tempérées et se confondre presque avec les premières lignes des basses pressions polaires. Dans l'hémisphère austral, de la sorte, ces trois ordres de lignes sont également bien plus rapprochées du tropique du Capricorne que les lignes correspondantes le sont du tropique du Cancer. Ces rapprochements apparaissent encore plus clairs dans l'hémisphère nord, grâce aux contours beaucoup plus accidentés que ces lignes y affectent à la suite de l'influence prépondérante des continents et au plus grand nombre d'observations qu'on a pratiquées dans les régions arctiques. Ainsi les lignes de fréquence des aurores qui descendent franchement vers les basses latitudes, dans la direction de Terre-Neuve et dans la direction de l'Alaska, suivent les mêmes inflexions que les isothermes, celle de + 10° en particulier, et que l'isobare de 760^{mm}, autour des deux centres septentrionaux de très basse pression, de 754^{mm}, le premier entre le Groenland et l'Islande, le second tout au nord du Pacifique.

» Il ressort des faits précédents que la théorie de De la Rive s'accorde avec tout ce que l'on connaît sur les aurores polaires et en explique toutes les vicissitudes. Ce qui s'en dégage, par-dessus tout, c'est la démonstration que ces météores lumineux sont d'origine terrestre, liés intimement aux autres phénomènes météorologiques de notre planète. L'expédition danoise dirigée par M. Paulsen ([1]) a pu d'ailleurs établir récemment qu'il existe un accord intime entre le spectre des aurores boréales et celui de la lumière qui entoure la cathode d'un tube contenant de l'oxygène et de l'azote. Il s'agit donc réellement d'un phénomène se passant dans l'atmosphère de la Terre. »

([1]) *Rapports du Congrès international de Physique*, 1900, t. III. Paris, Gauthier-Villars.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la continuité des spectres dus aux solides et aux liquides incandescents.* Note de M. L. **Décombe**, présentée par M. Lippmann.

« Le spectre fourni par les solides ou les liquides est-il réellement continu, comme on l'admet en général? Si l'on conçoit que chaque molécule matérielle est constituée par l'assemblage d'un certain nombre de particules dont chacune n'est susceptible d'émettre, dans des conditions données, qu'une seule radiation de période bien déterminée, le nombre de radiations contenues dans un spectre quelconque sera nécessairement fini et, par suite, la continuité expérimentale ne pourra être qu'apparente. Je me propose, en me plaçant à ce point de vue, de donner une interprétation simple de cette continuité apparente.

» Dans les solides et les liquides, en effet, les molécules sont assez rapprochées pour pouvoir s'influencer réciproquement. Par suite, les périodes des diverses radiations émises par une molécule donnée dépendent essentiellement de l'action des molécules environnantes, cette action étant d'ailleurs insensible à toute distance supérieure au rayon ρ d'activité moléculaire.

» Si donc, on considère les molécules profondes de la masse incandescente, supposée homogène, elles se trouvent toutes dans les mêmes conditions mécaniques et, par suite, elles émettent des spectres identiques entre eux et analogues aux spectres de raies brillantes donnés par les vapeurs.

» Mais il en va autrement des molécules situées dans la couche superficielle d'épaisseur ρ. Chacune d'elles est en effet soumise, de la part des molécules voisines, à des actions perturbatrices d'autant plus faibles qu'elle est située plus près de la surface libre. Il en résulte que les diverses régions de la couche superficielle émettent des radiations qui diffèrent d'autant plus des radiations émises par les molécules profondes que la région considérée est plus voisine de la surface libre.

» Si l'on admet que la distribution moléculaire n'est pas soumise à une orientation particulière, on voit qu'il y aura en général, dans la couche superficielle, un nombre très grand de molécules situées à des distances différentes de la surface libre. Ces molécules donneront lieu à une série de

spectres de raies brillantes qui diffèrent progressivement les uns des autres et dont la superposition constituera un spectre total ayant l'apparence de la continuité (¹).

» Cette interprétation conduit à une évaluation approchée de l'intervalle moléculaire moyen dans les solides et les liquides.

» Les spectres continus les plus étalés qu'on ait jusqu'ici obtenus ont approximativement une longueur de l'ordre de 15^m dans la région visible. En admettant que l'objectif de la lunette ait la même distance focale que la lentille du collimateur et que la fente de celui-ci ait pour largeur 50^μ (chiffre moyen), les raies spectrales ayant aussi dans ces conditions une largeur de 50^μ, il y en aura au moins

$$\frac{15.10^6}{50} = 3 \times 10^5,$$

dans l'étendue visible du spectre.

» Or, en adoptant en moyenne une centaine de radiations visibles distinctes par molécule, on voit que la continuité apparente du spectre serait due à la superposition de $\frac{3 \times 10^5}{100} = 3000$ spectres de raies brillantes, c'est-à-dire qu'il y aurait dans la couche superficielle plus de 3000 molécules situées à des distances variées au-dessous de la surface libre.

» En général, il convient de poser

$$3000 = N \times n,$$

N désignant le nombre moyen de molécules réparties sur la longueur ρ de la normale à la surface, et n le nombre de normales suivant lesquelles la répartition est différente.

» Or, dans les liquides et les solides, les molécules ne sont pas éloignées du contact (la compressibilité de ces substances étant faible). Dans le cas limite où il y aurait contact, n serait égal à 2 et N à 1500, les molécules étant supposées sphériques. On pourra donc écrire en général

$$N \leqq 1500.$$

» A la suite de diverses approximations concordantes, on admet généralement aujourd'hui que l'épaisseur ρ de la couche superficielle est de l'ordre de $0^\mu,05$. Les

(¹) On pourrait croire que, les molécules profondes (beaucoup plus nombreuses que les molécules superficielles) émettant des spectres tous identiques, les radiations qui leur correspondent doivent être particulièrement intenses dans le spectre. Il n'en est rien, grâce à la loi de Kirchhoff, les radiations émises par les molécules profondes étant absorbées par les molécules environnantes, si bien que seules les radiations dues aux molécules situées immédiatement au-dessous de la couche superficielle d'épaisseur ρ peuvent arriver jusqu'à la surface libre et rayonner à l'extérieur.

intervalles moléculaires auraient donc pour limite inférieure

$$\frac{0^{\mu},05}{1500} = \frac{1}{30000} \text{ de micron.}$$

» Cette limite concorde aussi bien que possible avec celle qui a été assignée au diamètre des molécules par M. Lippmann (1), d'une part, et Sir W. Thomson (2), d'autre part, en se fondant sur des considérations d'un tout autre ordre.

» Ajoutons que l'absence de couche superficielle dans les gaz et les vapeurs (dont le spectre, comme on le sait, est discontinu) peut être considérée comme une confirmation de notre manière de voir. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur l'action électrocapillaire des molécules non dissociées en ions.* Note de M. **Gouy**.

« J'ai soumis à un examen plus détaillé les faits signalés précédemment, relatifs à l'activité électrocapillaire des corps organiques en solutions aqueuses (3); 160 corps ont été étudiés, dissous dans des solutions normales de Na^2SO^4. La disposition des expériences diffère peu de celle déjà employée pour les mélanges d'électrolytes (4). Le large mercure avec Hg^2SO^4 est invariablement dans la solution normale de Na^2SO^4 (L_1); on trace la courbe électrocapillaire 1 en mettant aussi L_1 dans l'auge de l'électromètre, et l'on trace ensuite la courbe 2 en remplaçant, dans cette auge, L_1 par L_2 (solution normale de Na^2SO^4 avec le corps organique en plus). Les abscisses sont les différences de potentiel V du large mercure et de la colonne mercurielle; les ordonnées, les hauteurs h de cette colonne. La figure ci-contre représente, avec la courbe 1, les courbes 2A et 2P, obtenues, l'une avec l'alcool isobutylique, l'autre avec le phénol (5).

(1) *Comptes rendus*, 1882.

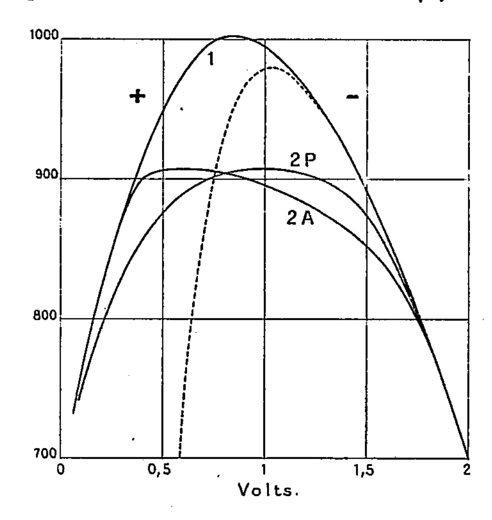
(2) *Conférences scientifiques*, p. 141. Paris, Gauthier-Villars.

(3) *Comptes rendus*, 1er avril 1901. Nous faisons abstraction des corps bons conducteurs, sels ou acides forts.

(4) *Comptes rendus*, 19 novembre 1900.

(5) Quelques-uns de ces corps ont été étudiés aussi avec des solutions normales de $KAzO^3$, de $(AzH^4)^2HPO^4$ ou de KI. Avec les électrolytes peu ou point actifs, leurs

» Les courbes des corps organiques sont très variées, et s'éloignent souvent de la forme pseudo-parabolique qui est ordinaire chez les électrolytes; toutefois $\frac{d^2 h}{dV^2}$ conserve le même signe. Le sens de l'effet du corps organique est toujours une *dépression* ou diminution de h (¹). Cette dépression est



surtout marquée vers le milieu de la courbe (²). Elle s'annule en approchant des extrémités (en sorte que les courbes 1 et 2 coïncident en ces régions), ou tout au moins elle tend visiblement à s'annuler, ou se réduit à une petite valeur (³). Au contraire, dans ces conditions, les électrolytes actifs donnent des dépressions croissantes du côté positif (courbe ponctuée obtenue avec KI à la place du corps organique). C'est là, semble-t-il, le

---

courbes électrocapillaires conservent les mêmes caractères distinctifs; avec KI, au contraire, elles éprouvent des altérations qui seront décrites en détail. La teneur d'une molécule-gramme par litre n'a pas été dépassée, et en général elle est beaucoup moindre; il est bon cependant, pour que les courbes soient bien caractérisées, que le maximum soit déprimé de plusieurs centimètres.

(¹) Il faut noter que certaines solutions acides un peu concentrées produisent un relèvement à peine sensible vers l'extrémité négative, qui est dû sans doute à ce que la différence électrique $L_1 | L_2$ n'est plus alors tout à fait négligeable, et produit un petit glissement latéral de la courbe 2 par rapport à la courbe 1.

(²) Sauf pour les amines acides (alanine, glycocolle, etc.), qui donnent de faibles dépressions, du même ordre de grandeur partout.

(³) Cependant l'aniline et d'autres bases forment un cas douteux, sur lequel je reviendrai.

critérium qui distingue les effets des *molécules actives* de ceux des *anions actifs*.

» Dans beaucoup de cas, le maximum de la courbe est reporté du côté positif, la dépression étant surtout importante du côté opposé; nous dirons alors que la courbe est *positive* ([1]) (ex. : courbe 2A). Le déplacement du maximum est souvent considérable, $0^{volt},2$ ou $0^{volt},3$, quelquefois plus. Pour d'autres corps, la disposition est inverse et la courbe sera dite *négative* ([2]) (ex. : courbe 2P).

» Certains corps donnent des courbes assez régulièrement arrondies, où $\frac{d^2h}{dV^2}$ ne varie guère plus qu'avec L_1 ([3]), mais le plus souvent les courbes présentent une partie *quasi rectiligne*, où $\frac{d^2h}{dV^2}$ a une petite valeur, la moitié ou le tiers de la moyenne, et quelquefois moins. Cette partie est plus ou moins inclinée; elle se raccorde avec les autres portions par deux *coudes* plus ou moins brusques, où $\frac{d^2h}{dV^2}$ passe par un maximum, souvent considérable. Le coude le plus élevé est le plus brusque; l'autre, quelquefois, n'est pas atteint dans les limites des expériences. Presque toujours la dépression au delà du coude s'annule sensiblement, et l'effet du corps organique peut être représenté schématiquement par une troncature oblique ([4]) qui supprime le haut de la courbe 1 en laissant le reste inaltéré. La courbe 2A montre déjà ces particularités, mais elles sont bien plus marquées avec d'autres corps, où le coude positif ressemble à un point anguleux, son étendue ne dépassant guère $0^{volt},01$ ([5]). Quand la partie quasi rectiligne est un peu inclinée, et que le coude est brusque, il forme le maximum de la courbe.

» Dans une même famille, ces caractères sont d'autant plus marqués que le poids moléculaire est plus élevé, et il en est de même de l'activité, en sorte que des corps à peine solubles donnent des dépressions considérables, au prix d'une viscosité électrocapillaire qui n'est pas sensible avec les dilutions moyennes.

([1]) Alcools monovalents, leurs aldéhydes et cétones, les glycols, les bases en général, quelques éthers et acides.

([2]) Quelques dérivés chlorés, les phénols en général, quelques acides.

([3]) Alcools trivalents et au delà, sucres.

([4]) Il arrive même que cette troncature est sensiblement horizontale (alcool heptylique normal).

([5]) Alcool amylique tertiaire, acétate d'éthyle, butyrone, terpine, etc.

» Je me propose de donner ultérieurement quelques détails sur les courbes des divers groupes de corps organiques. »

PHYSIQUE. — *Sur la solubilité des mélanges de sulfate de cuivre et de sulfate de soude.* Note de MM. **Massol** et **Maldès**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans un Travail très important sur la solubilité des mélanges de deux sels renfermant un élément commun (acide ou base) et sans action chimique l'un sur l'autre, Rüdorff (¹) a montré que deux cas pouvaient se présenter :

» 1° La dissolution obtenue ne présente pas une composition constante; cette composition varie suivant les proportions des deux sels employés pour sa préparation, bien que tous les deux demeurent en excès;

» 2° La dissolution obtenue présente une composition invariable, quelles que soient les proportions relatives des deux sels employés, tous les deux d'ailleurs étant en excès par rapport à l'eau. Ces dissolutions présentent donc un certain état d'équilibre.

» Dans les mélanges qui rentrent dans cette catégorie, Rüdorff cite celui de sulfate de cuivre et de sulfate de soude, qui donne, à 15°C. (seule température à laquelle cette expérience ait été faite) une dissolution renfermant pour 100 parties d'eau :

Sulfate de cuivre	20,7
Sulfate de soude	15,9

» Nous nous sommes proposé de rechercher si cet état d'équilibre se maintient pour des températures différentes, et en particulier à la température de 30°, pour laquelle l'un de nous a constaté que la solubilité du sulfate de cuivre passait par un minimum (dans le cas d'un mélange équimoléculaire des deux sels).

» Nous avons opéré aux températures de 10°, 15°, 30° et 50° avec les trois mélanges suivants :

Mélange	I	3 mol. SO^4Cu + 1 mol. SO^4Na^2
»	II	1 mol. SO^4Cu + 1 mol. SO^4Na^2
»	III	1 mol. SO^4Cu + 3 mol. SO^4Na^2

(¹) F. Rüdorff, *Poggendorf's Annalen*, t. CXLVIII, p. 455, et *Journ. de Phys.*, t. II, p. 366.

» Nous résumons, dans le Tableau suivant, les résultats obtenus :

Poids des sels dissous dans 100gr *d'eau :*

Mélanges.	T = 10°.		T = 15°.		T = 30°.		T = 50°.	
	SO^4Cu	SO^4Na^2	SO^4Cu	SO^4Na^2	SO^4Cu	SO^4Na^2	SO^4Cu	SO^4Na^2
I.............	19,75	12,49	20,69	15,88	22,03	16,36	32,37	11,75
II............	19,70	12,50	20,75	15,90	21,00	20,14	31,45	13,41
III...........	19,69	12,55	20,70	15,92	15,28	22,70	28,76	15,25

» Pour la température de 15°C., nos chiffres concordent avec ceux de Rüdorff et indiquent que la solubilité reste la même, quel que soit l'excès de l'un ou de l'autre sel.

» Il en est de même à la température de 10°; la composition de la dissolution n'est plus la même qu'à 15°, mais elle reste invariable, quelle que soit la composition du mélange employé. A 30°, les résultats sont complètement différents : l'excès de l'un ou de l'autre sel fait varier la proportion des sels dissous; un excès de sulfate de cuivre entraîne une diminution dans la solubilité du sulfate de soude, et inversement un excès de sulfate de soude produit une diminution de la quantité de sulfate de cuivre dissous. L'état d'équilibre signalé par Rüdorff ne présente plus la même stabilité qu'aux températures moins élevées.

» Le phénomène reste le même à 50°; la proportion des deux sels varie en sens inverse, un excès de l'un ou de l'autre sel entraînant une variation dans la composition de la dissolution.

» Toutefois il est intéressant de constater que les deux sels ne se déplacent pas proportionnellement à leur poids moléculaire, mais simplement à poids égaux.

» En effet, si l'on ajoute pour chacune de nos expériences et pour chaque température le poids des deux sels dissous, on observe une constance remarquable dans la somme ainsi obtenue :

Mélange.	Poids total des sels dissous.			
	T = 10°.	15°.	30°.	50°.
I.............	32gr,24	36gr,57	38gr,39	44gr,12
II.............	32,20	36,65	41,14	44,86
III............	32,24	36,62	37,98	44,01

» La seule irrégularité constatée correspond au mélange équimoléculaire (II) dissous à la température de 30°, qui est celle du minimum de solubilité du sulfate de cuivre pour ce mélange, et qui est très voisine du maximum de solubilité du sulfate de soude.

» *En résumé,* les dissolutions obtenues avec un mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de soude (les deux sels étant en excès) présentent

une composition invariable aux températures peu élevées, ainsi que l'avait observé Rüdorff; mais, dès que la température est suffisante pour que la modification sulfate de soude anhydre puisse prendre naissance (de 23°-32° suivant le mélange), la composition de la dissolution varie avec les proportions relatives des deux sels mis en présence. »

CHIMIE. — *Sur le chlorure de néodyme.* Note de M. CAMILLE MATIGNON.

« Le chlorure de néodyme, préparé pour la première fois par Schapleigh qui l'avait exhibé à l'Exposition de Chicago, cristallise avec $6H^2O$ comme l'ancien chlorure de didyme, dont il était le principal constituant. Sa solution chlorhydrique l'abandonne à la température ordinaire sous la même forme $NdCl^3, 6H^2O$.

» Le chlorure se présente en gros cristaux roses clinorhombiques déliquescents, qui possèdent la densité $d_4^{16°,5} = 2,282$ avec un volume moléculaire égal à 156,9.

» Le chlorure de néodyme est très soluble dans l'eau. A 13°, 100 parties d'eau dissolvent $246^p,2$ de sel hydraté ou $98^p,7$ de sel anhydre; 100 parties de la solution renferment $49^p,6$ de sel anhydre et $71^p,1$ de sel cristallisé. Cette solubilité augmente avec la température : à 100°, 100 parties d'eau dissolvent $511^p,6$ de sel hydraté ou $140^p,4$ de sel anhydre; 100 parties de solution contiennent $58^{gr},4$ de sel anhydre ou $83^{gr},6$ de sel hydraté.

» La solution saturée à 13° a une densité d_4^{15} égale à 1,741.

» Le chlorure se dissout dans l'eau avec dégagement de chaleur. Deux expériences faites avec les chlorures cristallisés dans l'eau et dans l'acide chlorhydrique ont donné les valeurs $+7^{Cal},58$ et $+7^{Cal},64$ à 14°.

$$NdCl^3, 6H^2O \text{ sol.} + Aq = NdCl^3 \text{ diss.} + 7^{Cal},60. \quad (1)$$

» La solution concentrée de chlorure possède la propriété de dissoudre abondamment l'oxalate de nidyme et les oxalates insolubles des autres terres rares; par refroidissement de la solution chaude, on obtient des cristaux d'oxalochlorures, sels dont la consistance a été signalée par M. Job (¹).

» On ne peut pas dessécher à l'étuve le chlorure hydraté sans éviter sa transformation en oxychlorure; mais il n'en est pas de même quand on opère la dessiccation dans un courant de gaz chlorhydrique sec. Chauffé dans ces conditions à 105°, le chlorure perd assez lentement $5H^2O$, puis la déshydratation s'arrête. On a alors un nouveau chlorure monohydraté $NdCl^3H^2O$.

» A 130°, le chlorure $NdCl^3H^2O$ conserve son eau dans le gaz chlorhydrique sec, et il faut atteindre une température supérieure à 160° pour faire disparaître la dernière molécule d'eau et obtenir le sel anhydre pur sans oxychlorure.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 246.

» Il résulte de là un moyen très simple pour préparer le chlorure anhydre de néodyme, chlorure qui a été préparé récemment par MM. Muthmann et Stüzel [1] en transformant d'abord le sulfate en sulfure dans un courant de gaz sulfhydrique, puis le sulfure en chlorure anhydre par l'intermédiaire du gaz chlorhydrique. J'ai pu préparer ainsi facilement plus de 500gr de chlorure anhydre [2].

» Le chlorure anhydre ainsi préparé se présente sous la forme d'une poudre rosée, d'une déliquescence extrême, qui fond au rouge en donnant un liquide se prenant en une masse cristalline rose transparente par refroidissement. Il n'est pas sensiblement volatil aux températures de 1000° à 1100°. Projeté dans l'eau, le chlorure anhydre s'y dissout en produisant le bruit d'un fer rouge; la chaleur dégagée au moment de la solution a été trouvée égale à $+34^{Cal},80$ à la température de 16° :

$$(2) \qquad NdCl^3 + Aq = NdCl^3 \text{ diss.} + 34^{Cal},8.$$

» En combinant les deux équations (1) et (2), on en déduit la chaleur de formation du sel hydraté à partir du sel anhydre :

$$NdCl^3 \text{ sol.} + 6H^2O \text{ sol.} = NdCl^3, 6H^2O \text{ sol.} + 18^{Cal},8.$$

» L'alcool absolu dissout abondamment le chlorure anhydre : j'en ai profité pour déterminer sa masse moléculaire par la mesure de la variation du point d'ébullition de ce dissolvant. Trois expériences ont donné les valeurs suivantes en utilisant la formule $M = K\frac{P}{E}$, où $K = 11,5$:

	E.	P.	M.
	°	gr	
I..........	0,127	2,74	248
II..........	1,154	3,12	233
III..........	0,557	11,11	230

» La masse moléculaire pour la formule $NdCl^3$ est égale à 250 ($Nd = 143,5$). La formule $NdCl^2$ avec $Nd = 95,6$ donnerait une masse moléculaire égale à 166,6. La formule du chlorure de néodyme est donc $NdCl^3$, en admettant que la quantité de néodyme combinée aux trois atomes de chlore représente un seul atome de néodyme. Cette hypothèse se trouve vérifiée par l'étude de l'abaissement du point de congélation de l'eau dissolvant un peu de chlorure. Trois expériences ont donné les valeurs suivantes :

Poids de $NdCl^3, 6H^2O$ dans 100 eau.	Abaissement mesuré.	Abaissement moléculaire ($M = 3,58$).
	°	
3,426	0,565	59,2
2,967	0,50	60,3
1,262	0,230	65,5

(1) *Berichte*, t. XXXII, p. 3413.

(2) J'adresse mes remercîments à MM. Chenal et Douillet; grâce à leur obligeance, j'ai pu disposer de la matière première nécessaire à cette préparation.

» D'après ces résultats, l'abaissement moléculaire limite doit être voisin de 66 à 67. Cette valeur correspond précisément aux sels constitués par trois radicaux acides monovalents unis avec un radical métallique trivalent.

» Raoult a trouvé, par exemple, les abaissements limites suivants pour des sels de même constitution :

$AlCl^3$	64,5
$CrCl^3$	65
$(AzO^3)^3Al$	65,4

» Conséquemment, la molécule de chlorure de néodyme renferme un seul atome de néodyme; toutes les autres hypothèses possibles sont en désaccord avec le nombre précédent.

» En résumé, j'ai : 1° déterminé les principales constantes physiques du chlorure de néodyme; 2° signalé un nouvel hydrate $NdCl^3H^2O$; 3° donné une méthode de préparation simple par le chlorure de néodyme anhydre; 4° démontré que le néodyme est trivalent dans son chlorure et que sa masse atomique correspond à la quantité de métal unie dans ce corps à trois atomes de chlore. J'ajouterai, en terminant, que j'ai pu isoler le métal par l'action du sodium sur le chlorure anhydre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude des alliages d'aluminium et de molybdène.* Note de M. LÉON GUILLET, présentée par M. A. Ditte.

« Dans la dernière Note que j'ai présentée à l'Académie, j'ai montré qu'en réduisant l'acide molybdique par un excès plus ou moins grand d'aluminium dans les conditions précédemment indiquées, on obtient trois combinaisons, qui se présentent sous forme de cristaux magnifiques et correspondent aux formules Al^7Mo, Al^3Mo (¹) et AlMo.

» J'ai étudié depuis les culots métalliques que l'on obtient dans ces expériences, et j'ai pu en extraire de nouvelles combinaisons. La méthode que j'ai suivie dans l'étude de ces culots est la suivante :

» On choisit une partie métallique absolument nette (il s'y trouve souvent des parties d'alumine); on la broie aussi finement que possible au moyen du mortier d'Abich et du mortier d'agate; la poudre ainsi obtenue est soumise à l'action de l'acide chlorhydrique très étendu; quand il n'y a plus aucun dégagement gazeux, on

(¹) Une erreur d'écriture m'avait fait confondre précédemment le composé Al^3Mo avec un composé qui aurait répondu à la formule Al^4Mo.

lave les cristaux à l'eau, et on les dessèche dans un courant d'acide carbonique, pour éviter une oxydation qui se produit très aisément.

» Les expériences ont toujours été faites sur 3kg de matières. Elles ont comporté deux séries bien distinctes : dans la première, je me suis servi d'aluminium en grains fractionnés entre les tamis 20 et 30; dans une seconde série, d'aluminium en poudre fine, telle qu'on la trouve dans le commerce, mais préalablement lavée pour enlever toutes matières grasses.

» Voici les résultats généraux auxquels je suis arrivé :

» 1° Parmi les culots obtenus, un grand nombre deviennent très friables au bout de fort peu de temps. C'est ainsi que tous ceux compris entre les expériences donnant théoriquement Al^6Mo et Al^3Mo, abandonnés dans des conserves au laboratoire, se sont transformés en poudre impalpable;

» 2° Quelques culots se présentent sous une forme cristalline et, de plus, ne sont pas attaqués par HCl étendu. Ils sont donc constitués par une ou plusieurs combinaisons d'aluminium et de molybdène;

» 3° Lorsque l'on emploie un mélange de poudre d'aluminium et d'acide molybdique, il n'est plus nécessaire de se servir de la poudre d'allumage; il suffit de jeter une allumette enflammée sur la surface du mélange. Cela est, d'ailleurs, vrai pour les autres oxydes se présentant sous forme de poudre, notamment TuO^3, SnO^2, TiO^2, etc....

» 4° Tous les culots traités, comme je l'ai dit, par HCl étendu, laissent un résidu nettement cristallisé;

» 5° Les résultats varient énormément avec le grain d'aluminium;

» 6° Au cours de ces expériences, j'ai remarqué très souvent la présence de rognons métalliques qui se forment à la surface de la masse. Ces rognons sont formés par des agglomérats de cristaux provenant de combinaisons AlMo, toujours plus riches en aluminium que la partie qui constitue le culot.

» Je décrirai d'abord les diverses combinaisons que j'ai obtenues et leur meilleur mode de production :

» 1° Le culot obtenu dans la réaction donnant théoriquement Al^3Mo laisse un résidu qui est la combinaison AlMo, que j'ai déjà isolée sous forme de cristaux filiformes. D'ailleurs, toute la partie métallique est formée par un agglomérat de cristaux ayant de très fortes dimensions, mais qui ne peuvent être séparés de la masse.

» 2° Le culot préparé dans l'expérience donnant théoriquement AlMo et faite avec Al en grains laisse des cristaux qui correspondent à la formule Al^2Mo.

» 3° L'expérience qui donne théoriquement $AlMo^2$ laisse, quand l'on emploie Al en poudre, un culot parfaitement cristallin qui n'est pas attaqué par HCl étendu et correspond à la formule $AlMo^4$.

» 4° La réaction donnant théoriquement $AlMo^5$ fournit, quand on uti-

lise Al en poudre, un culot qui est formé uniquement de petits cristaux très nets. Traité par HCl étendu, il ne laisse dégager aucun gaz. Il est extrêmement riche en molybdène et semble correspondre à la formule $AlMo^{20}$.

» De plus, un grand nombre de réactions laissent des résidus cristallisés formés probablement de plusieurs combinaisons. Le même mélange est généralement obtenu dans plusieurs réactions; il m'a été impossible de séparer les combinaisons y entrant, soit par réactif chimique, soit par des différences de densités. Certains de ces mélanges doivent être eutectiques.

» Je résumerai les résultats obtenus dans le Tableau suivant :

Tableau résumant les résultats obtenus en réduisant l'acide molybdique par Al *en grains de différentes grosseurs.*

Expériences faites en vue de la production des composés théoriques.	Cristaux pouvant être isolés à la main, obtenus en employant de l'aluminium scindé entre les tamis 20 et 30.	Poudres cristallines obtenues en traitant les culots préparés avec l'aluminium fractionné entre les tamis 20 et 30.	Poudres cristallines obtenues en traitant les culots préparés avec Al en poudre.
Al^6Mo (limite d'inflammation)	Rognons de cristaux : Al^7Mo	Mélange de cristaux { Mo = 42,7 ; Al = 57,3 }	Pas de culot net
Al^5Mo	Pas de cristaux pouvant être triés	Mélange de cristaux correspondant à { Mo = 44,5 ; Al = 54,5 }	»
Al^4Mo	Cristaux lamellaires : Al^3Mo	»	»
Al^3Mo	»	Cristaux correspondant à Al^3Mo	Cr. correspondant à AlMo
Al^2Mo	Cr. Al^3Mo + cr. filiformes AlMo	Le culot n'est formé que par les cristaux Al^3Mo	Cristallisations disséminées dans la masse d'alumine
AlMo	Cr. $AlMo^3$ + cr. filiformes AlMo	Cristaux correspondant à Al^2Mo	
$AlMo^2$	Cristaux lamellaires Al^3Mo	Mélange de cristaux correspondant à { Mo = 68,8 ; Al = 31,2 }	Cr. correspondant à $AlMo^4$
$AlMo^3$	Pas de cristaux pouvant être triés	»	Mélange de cristaux { Mo = 93,9 ; Al = 6,1 }
$AlMo^4$		»	»
$AlMo^5$	Masse cristalline	»	Cr. correspondant à $AlMo^{20}$
$AlMo^{10}$		»	Pas de culot net
$AlMo^{12}$		»	»
$AlMo^{15}$	Pas de culot net	Pas de culot net	»

» J'avais pensé obtenir d'autres combinaisons en utilisant de l'aluminium en grains compris comme grosseur entre ceux que j'avais employés. Je me suis servi d'aluminium dit *aluminium de thermite;* mais je n'ai obtenu que des résultats déjà connus.

» *En résumé*, la réduction de l'acide molybdique par l'aluminium permet d'isoler au moins six combinaisons correspondant aux formules Al^7Mo, Al^3Mo, Al^2Mo, AlMo, $AlMo^4$ et, enfin, un composé très riche en molybdène qui semble correspondre à $AlMo^{20}$. J'étudie actuellement leurs propriétés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Cristallisation de l'oxyde de cérium.* Note de M. JEAN STERBA, présentée par M. H. Moissan.

« L'oxyde de cérium cristallisé a été préparé d'abord par Nordenskjöld ([1]), par Didier ([2]), puis par Grandeau ([3]). Le produit de Nordenskjöld était très pur; il l'obtenait en dissolvant l'oxyde dans le borax. Nous avons employé la même méthode et, de plus, la fusion en présence de chlorure de sodium ou de sulfate de potassium, ce qui nous permettait de faire varier la température de cristallisation de l'oxyde de cérium.

» A. *Cristallisation dans le chlorure de sodium.* — Nous avons chauffé pendant huit heures un mélange de cinq parties de sel marin avec une partie d'oxyde bien calciné et amorphe. Après lavage à l'eau et à l'acide azotique, le produit obtenu est blanc de neige, cristallisé en cubo-octaèdres inactifs à la lumière polarisée et ayant toutes les propriétés de l'oxyde amorphe. Sa densité à 17° dans l'essence de térébenthine est de 7,314.

» B. *Cristallisation dans le borax.* — En chauffant l'oxyde avec moitié de son poids de borax pendant onze heures dans le platine, nous avons obtenu une masse poreuse qui, traitée par l'acide chlorhydrique et l'eau, a laissé des cristaux bien nets, isotropes, complètement semblables aux précédents. Densité : 7,415.

» C. *Cristallisation dans le sulfate de potassium.* — L'oxyde de cérium était chauffé avec du bisulfate de potassium jusqu'à expulsion complète de l'acide sulfurique; nous avons employé 14 parties d'oxyde pour 40 de bisulfate. La masse, mise dans un creuset de porcelaine, fut soumise pendant vingt-quatre heures à un feu violent. Elle nous a donné, après lavages à l'acide chlorhydrique, à la potasse étendue, puis de nouveau à l'acide chlorhydrique, un corps cristallisé en cubes non modifiés par des faces d'octaèdre; les cristaux, petits, transparents, ne possédaient pas d'action sur la lumière polarisée. Leur densité était de 7,995.

» Dans un de nos essais, l'oxyde cristallisé avait une couleur vert-olive. L'analyse nous a permis de découvrir qu'il renfermait du fer sous forme de sel ferreux. Cette coloration, mentionnée déjà par Bunsen ([4]), est décrite par lui comme caractéristique de l'oxyde de cérium.

» Nous avons voulu opérer à des températures encore plus élevées et essayer la cristallisation par fusion.

([1]) *Poggendorfer Annalen,* t. CXIV, p. 616.
([2]) *Thèse de la Faculté des Sciences,* p. 14. Paris.
([3]) *Comptes rendus,* t. C, p. 1134.
([4]) BUNSEN, *Liebigs Annalen,* t. CV, p. 451.

» Des pastilles d'oxyde aggloméré, chauffées au chalumeau oxhydrique n'ont pas présenté trace de fusion. Dans le four électrique Moissan, l'oxyde fond, mais nous avons poursuivi nos essais sans résultat, car l'oxyde fondu ne tarde pas à se combiner au carbone, comme M. Moissan ([1]) l'a déjà signalé. Dans des creusets brasqués, la chaux, la magnésie viennent souiller l'oxyde, et nous n'avons pu obtenir l'oxyde fondu exempt de matières étrangères. Nous avons étudié la plupart des propriétés chimiques de cet oxyde cristallisé; elles sont identiques à celles de l'oxyde amorphe bien pur. L'oxyde cristallisé ne se combine pas à l'acide sulfurique, il n'est attaqué par aucun liquide, ce qui ne nous a pas permis de vérifier si la chaleur de formation était différente de celle de l'oxyde amorphe.

» *Conclusions.* — Par des essais de cristallisations de l'oxyde de cérium à différentes températures, nous avons toujours obtenu ce corps en cubes ou cubo-octaèdres, isotropes, incolores et transparents, mais dont la densité variait suivant la température de cristallisation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude du cœsium.* Note de M. C. Chabrié, présentée par M. Moissan.

« Lorsque l'on attaque le pollux, même finement pulvérisé, par les carbonates alcalins fondus, on s'aperçoit que l'opération cesse de donner des résultats quantitatifs satisfaisants lorsque l'on opère sur des quantités de substance un peu considérables. Ainsi, en chauffant 15^{gr} de pollux avec 20^{gr} de carbonate de soude et 20^{gr} de carbonate de potasse pendant plus d'une heure, au four à gaz de Perrot, j'ai constaté qu'un quart environ du minéral n'avait pas été attaqué; un temps de chauffe plus long n'améliorait pas beaucoup l'opération.

» Pour attaquer le pollux je me suis arrêté au procédé suivant :

» On verse, par petites portions, du pollux séché à 130° et réduit en poudre fine dans une capsule de platine contenant un poids d'acide fluorhydrique pur cent fois plus considérable que celui du minéral. A 130°, le pollux séché perd environ 2 pour 100 de son poids. En disant que le silicate doit être finement pulvérisé, j'entends que la grosseur moyenne de ses grains doit être d'environ $0^{mm},05$; cette poudre a été tamisée à travers un tamis dont les mailles ont $0^{mm},20$ à $0^{mm},25$ de diamètre, et l'on a pris les parties de la poudre qui ont traversé les premières ce crible. On peut trouver

---

([1]) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 357.

qu'il y a quelque exagération à prendre 100 parties d'acide pour 1 partie de minéral, mais l'expérience m'a montré que cette quantité est nécessaire. Si l'on se contente d'une proportion moitié moins grande, une partie du minéral reste inattaquée et résiste ensuite à l'action d'une nouvelle quantité d'acide équivalente à la première.

» Dès que l'on a fini de verser graduellement, et en agitant, la poudre dans l'acide, on chauffe jusqu'à l'ébullition que l'on maintient jusqu'à dissolution presque complète. Il reste, en effet, environ 1 à 2 pour 100 du silicate qui ne se dissout pas. Dans une opération bien conduite, l'ensemble des produits insolubles a été de 2,13 pour 100 du poids du pollux attaqué.

» Le liquide filtré peut être traité de différentes manières qui ont toutes pour but de séparer les sels alcalins des autres sels, puis de les transformer en carbonates que l'on évapore à siccité.

» Le résidu, mis à digérer avec de l'alcool absolu maintenu à l'ébullition plusieurs heures, lui cède tout le cœsium qu'il contient à l'état de carbonate. On obtient ainsi des nombres concordants et satisfaisants.

» En plus des composés nouveaux du cœsium que j'ai décrits (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 678), j'ai cherché à préparer d'autres combinaisons de cœsium qui n'ont pas encore été obtenues. Je parlerai seulement aujourd'hui du sulfite, du bisulfite, de l'hyposulfite et de l'hyposulfate de cœsium.

» 1° *Sulfites de cœsium.* — On a pris 14^{gr} de carbonate de cœsium pur, on l'a dissous dans 400^{cc} d'alcool éthylique marquant 99° et bouillant. On a divisé la solution en deux parties de 200^{cc} chacune. L'une d'elles a été saturée de gaz sulfureux sec après trois heures de passage du gaz. Le bisulfite produit s'est en partie précipité sous la forme d'une poudre blanche. Le tout, liqueur alcoolique et précipité, a été additionné des 200^{cc} de solution alcoolique, de carbonate de cœsium, et a été chauffé trois heures au bain-marie, avec réfrigérant ascendant. On a ensuite rapidement distillé l'alcool et mis le résidu sur une plaque poreuse portée dans un dessiccateur dans lequel on a maintenu le vide. On a recueilli une masse cristallisée et blanche, soluble dans moins de son poids d'eau à la température de 100°.

» On a ainsi obtenu un *sulfite anhydre* et ne contenant *pas de quantités pondérables de sulfate*.

» Il n'en aurait pas été de même si l'on avait préparé ce sulfite comme on a l'habitude de préparer les sulfites alcalins, *c'est-à-dire en présence de l'eau seule*.

» En effet, en recommençant les mêmes manipulations, mais en remplaçant l'alcool concentré (ne contenant que la proportion d'eau nécessaire à la formation du bisulfite) par l'eau seule, j'ai obtenu, même en purifiant le produit par des cristallisations fractionnées, un sulfite de cœsium très bien cristallisé, mais renfermant 9,29 pour 100 d'eau et 3,77 pour 100 d'acide sulfurique ([1]).

([1]) Trouvé : $H^2O = 9,29$; $SO^3 = 17,80$; $Cs = 68,16$; $SO^4 = 3,77$, ce qui correspond à un mélange de sulfite et de sulfate.

» Le *bisulfite de cœsium* préparé par l'action du gaz sulfureux en excès sur la solution alcoolique du carbonate de cœsium est, comme le sulfite, formé de cristaux bien blancs, très solubles dans l'eau et peu solubles dans l'alcool. Il est également anhydre. L'analyse concorde bien avec la formule SO^3Cs^2 pour le sulfite, et avec la formule SO^3CsH pour le bisulfite ([1]).

» 2° *Hyposulfite de cœsium.* — On a fait bouillir pendant trois quarts d'heure 5^{gr} de SO^3Cs^2 avec 5^{gr} de soufre en fleurs et 20^{cc} d'eau que l'on renouvelait à mesure qu'elle s'évaporait. Puis on a filtré. La liqueur, évaporée spontanément dans le vide, en présence d'acide sulfurique, a laissé déposer des petits cristaux en aiguilles extrêmement solubles dans l'eau. L'analyse conduit à la formule $S^2O^3Cs^2$ ([2]).

» 3° *Hyposulfate de cœsium.* — On a mêlé deux dissolutions chaudes de sulfate de cœsium et de dithionate de baryum. La première renfermait $20^{gr},996$ de sulfate, la seconde $17^{gr},226$ de l'hyposulfate. Il faut éviter de dépasser 60°. Puis, après filtration et lavage, on a fait cristalliser dans le vide. On a obtenu de très beaux cristaux incolores, en tables hexagonales bien transparentes mesurant 7^{mm} à 8^{mm} de diamètre, sur une épaisseur de 1^{mm} à 2^{mm}, qui se prêteront, je l'espère, à des déterminations goniométriques. Ce composé se comporte comme les hyposulfates sous l'action de la chaleur en se décomposant en sulfite et sulfate. Il cristallise anhydre. Son analyse lui assigne la formule $S^2O^6Cs^2$ ([3]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides pyrogallol-sulfoniques* ([4]).

Note de M. **Marcel Delage**, présentée par M. A. Ditte.

« *Dosage alcalimétrique de l'acide pyrogallol-disulfonique.* — On a pesé 1^{gr} d'acide disulfonique pur, et l'on a titré alcalimétriquement à la phtaléine. Le virage, un peu gêné par la teinte jaune que prend graduellement le mélange, est cependant assez net. Le passage au rouge vif a lieu seulement lorsqu'on a ajouté trois molécules de potasse pour 1 molécule d'acide, c'est-à-dire qu'il correspond à la saturation des deux groupes acides SO^3H et d'un groupe phénolique OH, comme le montrent les chiffres suivants :

» Trouvé : 1^{gr} d'acide $C^6H(OH)^3(SO^3H)^2 + 4H^2O$ sature $0^{gr},470$ KOH.

» Théorie : 1 molécule d'acide $= 1^{gr}$, sature 3 molécules KOH $= 0^{gr},469$ KOH.

» *Dosage alcalimétrique de l'acide pyrogallol-monosulfonique.* — L'acide n'ayant pu être obtenu pur et cristallisé, le titrage a dû être fait indirectement. Dans

---

(1) Pour le sulfite :	Trouvé..................	$SO^3 = 23,07$,	$Cs = 76,27$;
	Théorie pour SO^3Cs^2.......	$SO^3 = 23,19$,	$Cs = 76,81$.
Pour le bisulfite :	Trouvé..................	$SO^3 = 37,23$,	$Cs = 61,79$;
	Théorie pour SO^3CsH	$SO^3 = 37,45$,	$Cs = 62,06$.

(2) Trouvé : $S = 17,00$, $Cs = 69,61$. Théorie pour $S^2O^3Cs^2$: $S = 16,97$, $Cs = 70,29$.

(3) Trouvé : $S = 15,07$, $Cs = 62,57$. Théorie : $S = 15,04$, $Cs = 62,28$.

(4) Voir *Comptes rendus*, 20 août 1900 et 18 février 1901.

une solution aqueuse de l'acide brut, contenant un excès de SO^4H^2 libre, on dose cet excès à l'état de SO^4Ba; on titre ensuite alcalimétriquement la solution et l'on retranche du nombre obtenu la potasse correspondant à l'excès de SO^4H^2. On a ainsi le titre alcalimétrique de l'acide monosulfonique. On vérifie la quantité de celui-ci contenue dans la solution, en l'oxydant par l'acide nitrique et dosant le soufre dans la liqueur. En retranchant du résultat obtenu le nombre afférent à l'excès de SO^4H^2, on connaît le soufre correspondant à l'acide monosulfonique.

» Le virage à la phtaléine est ici beaucoup plus indécis que dans le cas précédent, mais en s'arrêtant au rouge franc on constate, comme plus haut, qu'il a lieu lorsque 2^{mol} de potasse ont été ajoutées pour 1^{mol} d'acide, c'est-à-dire lorsque la potasse a saturé le groupement acide et un groupe phénolique.

» Trouvé : acide correspondant à 1^{gr} de soufre $= 1^{mol}$, sature $3^{gr},52$ de KOH.

» Théorie : acide correspondant à 1^{gr} de soufre $= 1^{mol}$, sature 2^{mol} KOH $= 3^{gr},50$ KOH.

» Dans les deux cas, le virage au tournesol n'offre aucune netteté.

» Si l'on essaye de saturer le pyrogallol par la potasse, le virage à la phtaléine n'est pas précis et la solution passe du jaune à l'orangé et au rouge foncé à mesure qu'on ajoute de la potasse jusqu'à une quantité correspondant à 1^{mol}. Toutefois, on peut remarquer qu'il faut ajouter une certaine quantité d'alcali avant que la solution commence à se colorer. Il semble que la présence d'un et surtout de deux groupes acides accentue le caractère électronégatif des radicaux phénoliques du pyrogallol.

» *Acide pyrogallol-monosulfonique.* — Le sel de baryum et le sel de calcium ont été décrits dans une Note précédente.

» On a préparé, par double décomposition entre une molécule de sel de baryum et une molécule d'un sulfate métallique, un certain nombre de sels. Les plus intéressants sont les sels alcalins.

» *Pyrogallol-monosulfonate de potassium :* $C^6H^2(OH)^3SO^3K + 2H^2O$. — Gros cristaux transparents, légèrement jaunâtres, très solubles dans l'eau d'où le sel cristallise en grandes tables clinorhombiques.

» *Pyrogallol-monosulfonate de sodium :* $C^6H^2(OH)^3SO^3Na + 2H^2O$. — Gros cristaux jaune clair, solubles dans l'eau, d'où ils se déposent en grandes tables du système du prisme clinorhombique.

» *Pyrogallol-monosulfonate d'ammonium :* $C^6H^2(OH)^3SO^3(AzH^4) + H^2O$. — Très gros cristaux, incolores, transparents, très solubles dans l'eau; prismes ou aiguilles appartenant au système clinorhombique.

» La teneur différente en eau de cristallisation du sel de potassium et du sel d'ammonium fait qu'ils ne sont pas isomorphes, contrairement à ce qui s'observe généralement entre les sels correspondants de potassium et d'ammonium et en particulier pour le disulfonate. Les isomères sont peut-être des hydrates différents de ceux décrits ici et stables à des températures différentes de la température normale.

» Chiffres d'analyse pour ces trois sels :

	Sel de potassium.		Sel de sodium.		Sel d'ammonium.	
	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.
H^2O	13,07	12,85	13,86	13,63	7,82	7,46
S	13,45	13,11	14,05	14,03	14,45	14,34
K ou Na..	15,94	15,98	9,70	10,08	»	»

» *Sels de l'acide pyrogallol-disulfonique.* — Le sel de baryum

$$C^6H(OH)^3(SO^3)^2Ba + \frac{1}{2}H^2O$$

et le sel de calcium

$$C^6H(OH)^3(SO^3)^2Ca + 4H^2O$$

ont été décrits dans une précédente Note.

» Moyenne des chiffres d'analyse pour ces deux sels :

	Sel de baryum.		Sel de calcium.	
	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.
Ba ou Ca........	31,08	32,5	13,34	12,03
S...............	15,1	15,2	17,8	17,72
H^2O............	2,03	2,09	18,20	18,7

» On prépare, par double décomposition entre une molécule du sel de baryum et une molécule d'un sulfate métallique, un certain nombre de sels de l'acide pyrogallol-disulfonique. Les sels alcalins sont les mieux cristallisés.

» *Pyrogallol-disulfonate de potassium :* $C^6H(OH)^3(SO^3K)^2 + 2H^2O$. — Gros cristaux transparents légèrement jaunâtres, solubles dans l'eau.

» *Pyrogallol-disulfonate de sodium :* $C^6H(OH)^3(SO^3Na)^2 + 3\frac{1}{2}H^2O$. — Fines aiguilles blanches feutrées, très solubles dans l'eau.

» *Pyrogallol-disulfonate d'ammonium :* $C^6H(OH)^3(SO^3-AzH^4)^2 + 2H^2O$. — Très grandes tables carrées surmontées d'une pyramide très aplatie. Cristaux transparents, incolores, très solubles dans l'eau et très efflorescents. Ils peuvent perdre la presque totalité de leur eau de cristallisation par simple exposition à l'air.

» Le sel d'ammonium et le sel de potassium sont isomorphes. Ils contiennent le même nombre de molécules d'eau de cristallisation et peuvent cristalliser ensemble. On rencontre des cristaux très bien formés, renfermant à la fois de l'ammoniaque et du potassium.

Chiffres d'analyse pour ces trois sels.

	Sel de potassium.		Sel de sodium.		Sel d'ammonium.	
	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.
H^2O.......	8,72	9,04	16,03	16,03	10,03	10,11
S..........	18,18	17,68	19,16	19,45	19,97	20,00
K ou Na ...	21,13	21,54	13,74	13,98	»	»

» *Pyrogallol-disulfonate d'aluminium.* — Très petits cristaux blanc jaunâtre, aiguillés, à toucher gras.

» *Pyrogallol-disulfonate de magnésium.* — Très petits cristaux d'un blanc jaunâtre.

» Les sels de cuivre, nickel, manganèse, zinc forment des bouillies cristallines d'un blanc plus ou moins jaunâtre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'alcool éthylique sur l'éthylate de baryte; synthèse de l'alcool butylique normal.* Note de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. Henri Moissan.

« J'ai déjà eu l'honneur d'exposer à l'Académie les premiers résultats de mes recherches sur une nouvelle méthode de synthèse des alcools, fondée sur la réaction qui s'effectue au voisinage de 200° entre les alcools et leurs dérivés sodés ([1]).

» A cette température il s'élimine une molécule de soude entre ces composés, et il se forme un alcool deux fois plus condensé que l'alcool générateur; la réaction peut être formulée de la manière suivante :

$$C^nH^{2n+1}ONa + C^nH^{2n+1}OH = C^{2n}H^{2n+1}OH + NaOH.$$

» La soude ainsi produite réagit ensuite sur les alcools pour les transformer partiellement en sels de soude des acides correspondants, avec dégagement d'hydrogène.

» On obtient ainsi, avec l'alcool isoamylique $C^5H^{12}O$, l'alcool diamylique $C^{10}H^{22}O$ et l'acide isovalérique; avec l'alcool œnanthylique $C^7H^{16}O$, de l'alcool diœnanthylique $C^{14}H^{30}O$ et de l'acide œnanthylique; avec l'alcool caprylique $C^8H^{18}O$, de l'alcool dicaprylique $C^{16}H^{34}O$ et de l'acide caprylique.

» L'alcool éthylique C^2H^6O semblait faire exception; car, en le chauffant à 210° avec son dérivé sodé, on n'obtient pas d'alcool butylique $C^4H^{10}O$, comme il était permis de l'espérer, mais bien de l'éthylène. L'élimination de la soude, au lieu de s'effectuer entre l'alcool et son dérivé sodé, comme dans le cas des alcools d'atomicité plus élevée, s'effectue simplement aux dépens de l'éthylate de soude:

$$C^2H^5ONa = C^2H^4 + NaOH.$$

» J'ai pensé que la réaction générale, qui ne se produit pas avec l'éthylate de soude, se produirait peut-être avec l'éthylate de baryte, et l'expérience a confirmé mon hypothèse. En chauffant à 230°-240° une solution concentrée d'éthylate de baryte dans l'alcool absolu, il se produit, ainsi que nous allons le voir, une petite quantité d'alcool butylique normal,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 511 et 1002, et t. CXXXII, p. 207 et 685.

en même temps que de l'éthylène, de l'hydrogène, de l'acétate et du carbonate de baryte.

» On prépare la solution concentrée d'éthylate de baryte, comme le recommande M. Berthelot (1), en dissolvant à froid de la baryte caustique dans l'alcool absolu et portant la solution à l'ébullition. L'éthylate de baryte, moins soluble à chaud qu'à froid, se précipite, et il suffit de décanter la plus grande partie de l'alcool surnageant pour avoir une solution concentrée d'éthylate de baryte. Celle qui a servi à mes expériences en renfermait 28,5 pour 100.

» Cette solution est distribuée dans des tubes que l'on scelle à la lampe et que l'on chauffe à 230° — 240° pendant trois fois vingt-quatre heures. Toutes les vingt-quatre heures, on ouvre les tubes pour donner issue aux gaz et on les ferme de nouveau.

» On fait passer les gaz ainsi produits dans une série de cinq flacons laveurs renfermant successivement : de l'eau, du brome, une solution de soude, de l'acide sulfurique concentré, de l'alcool absolu ; puis on les recueille sur la cuve à eau. Le brome a pour but de retenir l'éthylène, la soude retient les vapeurs du brome, l'acide sulfurique dessèche le gaz, enfin l'alcool absolu est destiné à dissoudre éventuellement le formène qui se forme, comme M. Destrem l'a montré (2), dans la décomposition pyrogénée de l'éthylate de baryte. Disons de suite qu'il ne s'est pas produit de formène dans mes expériences. On trouve, au contraire, qu'il s'est formé une petite quantité de bromure d'éthylène, et l'analyse du gaz recueilli sur la cuve à eau montre qu'il est seulement formé d'hydrogène.

» Le contenu des tubes scellés est alors introduit dans un ballon et distillé au bain d'huile jusqu'à siccité. Le résidu se montre formé d'acétate, de carbonate de baryte et d'éthylate de baryte non altéré.

» Le distillat est rectifié à la colonne Le Bel-Henninger : il passe à la distillation entre 76° et 130°, la plus grande partie entre 76° et 80° ; et, comme les premières fractions présentent nettement l'odeur de l'éther acétique, on réunit toutes les fractions et on les fait bouillir à reflux avec de la potasse caustique afin de saponifier les éthers. On rectifie ensuite un grand nombre de fois et l'on arrive à séparer une petite quantité de liquide bouillant à 115°-117° comme l'alcool butylique normal et possédant la composition de ce composé $C^4H^{10}O$ (C trouvé 62,9, calculé 63,16 ; H trouvé 16, calculé 15,79).

» Afin de l'identifier d'une manière certaine, on en oxyde 1gr par le mélange chromique et l'on obtient un acide possédant l'odeur de l'acide butyrique ; on en prépare le sel ammoniacal, puis l'amide, et l'on constate que celui-ci fond à 114°-115°, alors que l'amide butyrique normal fond à 115°.

» Il est donc bien démontré qu'il se forme de l'alcool butylique normal dans l'action à 230°-240° de l'alcool éthylique sur l'éthylate de baryte ; mais la réaction est très lente et ne donne que de faibles rendements. En

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 142.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXVII, p. 23.

opérant sur 500^{gr} de la solution concentrée d'éthylate de baryte, il n'a été obtenu que 3^{gr} environ d'alcool butylique. Je rappelle que la synthèse des alcools diamylique, diœnanthylique, dicaprylique s'effectue au contraire avec d'excellents rendements.

» La réaction semble être d'autant plus facile que le poids moléculaire de l'alcool employé est plus élevé. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition de l'albumen de la graine de* Phœnix canariensis *et sur les phénomènes chimiques qui accompagnent la germination de cette graine.* Note de MM. **Ém. Bourquelot** et **H. Hérissey.**

« Le *Phœnix canariensis* Hort. est un palmier d'ornement, qui a été introduit en Provence vers le milieu du siècle dernier. Il diffère du *Phœnix dactylifera* (dattier) par les caractères de son fruit, qui est de forme arrondie et à pulpe filandreuse.

» Au mois de décembre dernier, M. H. Dellor nous adressa d'Hyères d'amples régimes de fruits de ce *Phœnix*. Ces fruits n'étaient pas complètement arrivés à maturité; mais déjà, pourtant, les graines en étaient susceptibles de germer.

» Ces graines sont constituées par un albumen corné, dans lequel se trouve inclus un tout petit embryon. Cet albumen corné différant de ceux que nous avions étudiés jusqu'ici, nous avons pensé à suivre les phénomènes chimiques qui en déterminent la disparition durant la germination. Mais, auparavant, il fallait en établir la composition.

» *Analyse de l'albumen par hydrolyse.* — Dans une première série d'expériences nous avons soumis la graine entière, préalablement pulvérisée, à trois hydrolyses successives, pour lesquelles on employait de l'acide sulfurique de concentration croissante.

» *Première hydrolyse.* — 20^{gr} de graine broyée finement ont été traités à l'ébullition par de l'acide sulfurique dilué à 3 pour 100 (200^{cc}). L'opération a été faite dans un ballon relié à un réfrigérant à reflux; l'ébullition a duré deux heures, le ballon étant agité fréquemment. Il s'était formé 4^{gr},16 de sucre réducteur, dont 2^{gr},43 de mannose et 0^{gr},18 de galactose.

» *Deuxième hydrolyse.* — Le résidu de l'opération précédente a été traité de la même façon par de l'acide sulfurique dilué à 4 pour 100, pendant une heure et demie. Cette fois on a obtenu 1^{gr} de sucre réducteur, renfermant 0^{gr},90 de mannose et pas trace de galactose.

» *Troisième hydrolyse.* — Le résidu de la troisième opération a été lavé et desséché,

puis délayé à froid dans sept fois son poids d'acide sulfurique à 75 pour 100 (méthode Braconnot-Flechsig). Après un contact de vingt-quatre heures, on a ajouté de l'eau distillée de façon à avoir un liquide contenant 2,5 d'acide pour 100, et l'on a fait bouillir pendant deux heures. La liqueur renfermait alors $7^{gr},32$ de sucre réducteur, dont $5^{gr},43$ de mannose. Elle ne contenait pas de galactose.

» Pour apprécier ces résultats, il faut tenir compte de ce fait que la graine, outre son petit embryon, renferme de l'eau et des matières grasses (quantités trouvées dans un essai : eau 9,8 pour 100; matières grasses 8,62 pour 100).

» On voit ainsi que l'albumen fournit par hydrolyse surtout du mannose. La résistance à l'hydrolyse montre, en outre, que le mannose obtenu ne provient pas d'une mannane unique, mais de mannanes diversement condensées, dont les plus résistantes ne peuvent être hydrolysées qu'en ayant recours au procédé Braconnot-Flechsig.

» Au surplus, on aboutit, en une seule fois, à l'hydrolyse totale des mannanes en opérant comme il suit :

» A 100^{gr} de poudre de graine, on ajoute 150^{gr} d'acide sulfurique à 70 pour 100; on mélange au mortier et on laisse en contact pendant douze à quinze heures. On additionne d'eau, de façon à faire exactement 2000^{cc}. On chauffe à l'autoclave pendant une heure et demie à 110°; on laisse refroidir, on filtre et on lave. Dans une expérience ainsi conduite, le liquide obtenu renfermait $52^{gr},62$ de sucre réducteur, dont $47^{gr},1$ de mannose. Ce dernier peut être facilement séparé à l'état d'hydrazone, puis régénéré à l'aide de l'aldéhyde benzoïque, et finalement obtenu à l'état cristallisé en suivant les indications que nous avons données antérieurement.

» On a là un procédé de préparation du mannose, plus simple et plus commode que ceux qui ont été proposés jusqu'ici. On peut l'appliquer au traitement de la noix de corrozo; dans ce cas, il donne jusqu'à 50 à 60 pour 100 de mannose.

» *Germination de la graine.* — La germination s'obtient aisément en mettant les graines à l'étuve à 25° entre deux feuilles de coton hydrophile mouillé, que l'on a soin de maintenir humide. Au bout d'un mois, la germination nous paraissant suffisamment avancée, nous avons recherché le mannose dans les différentes parties du germe : il n'en a pas été trouvé.

» On a alors fait les deux opérations suivantes :

» 1° Après avoir separé la plantule, on a extrait d'un certain nombre de graines le cotylédon inclus dans l'albumen et fortement accru; on a broyé ces cotylédons; on les a ajoutés à de la poudre d'albumen délayée dans de l'eau — le mélange de poudre et d'eau ayant été préalablement porté à la température de l'ébullition, pour détruire

toute trace de ferment, — et, après addition de 1 pour 100 de fluorure de sodium, on a abandonné le tout à l'étuve à 25° pendant un mois. Au bout de ce temps, nous avons constaté très nettement qu'il s'était formé une petite quantité de mannose.

» 2° On a broyé les restes d'albumen débarrassés des cotylédons, on a délayé la poudre dans de l'eau fluorée à 1 pour 100, et, au bout de quelques jours, on a constaté également qu'il s'était formé du mannose, alors qu'il ne s'en était pas produit dans un mélange identique porté préalablement à l'ébullition.

» On peut, semble-t-il, conclure de ces dernières expériences : 1° qu'il y a production, durant la germination des graines de *Phœnix canariensis*, d'un ferment soluble capable d'hydrolyser les mannanes de l'albumen avec formation de mannose ; 2° que ce ferment pénètre dans l'albumen et qu'il imprègne au moins les portions de cet albumen qui touchent au cotylédon ; 3° que le mannose formé est utilisé au fur et à mesure de sa formation. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *De la constitution histologique de la rétine en l'absence congénitale du cerveau.* Note de MM. N. VASCHIDE et CL. VURPAS.

« L'examen d'un sujet privé congénitalement de cerveau [1], né avec des yeux un peu gros et relativement bien conformés, nous a permis d'étudier quels rapports il y avait entre le développement des hémisphères et celui de la rétine, véritable centre nerveux périphérique hautement différencié en vue d'une fonction spéciale.

» A l'œil nu, la membrane rétinienne nous avait déjà paru normale. L'examen histologique a été pratiqué avec les méthodes au picro-carmin, à la fuchsine, au bleu méthylène. Des dissociations à l'état frais ont également été faites. Dans la description que nous donnons de la rétine, nous emploierons les termes de la classification de Max Schultze. Nous voyons successivement, de dehors en dedans, c'est-à-dire des cellules choroïdiennes à la partie interne de l'œil : d'abord la couche des cônes et des bâtonnets, qui est la moins nette de toutes, quoique l'examen des diverses préparations ne laisse aucun doute sur l'existence de ses éléments. Puis on voit se détacher très nettement les diverses couches suivantes : la couche épaisse et bien colorée des grains externes, la couche granuleuse externe, celle des grains internes, où nous voyons des cellules unipolaires et des cellules bipolaires, la couche granuleuse interne, la couche des cellules ganglionnaires, enfin la couche formée par les fibres du nerf

(1) N. VASCHIDE et CL. VURPAS. *Comptes rendus*, 11 mars 1901. — *Revue générale des Sciences*, n° 8, p. 373-381; 30 avril 1901. — *Comptes rendus*, 8 juillet 1901.

optique, qui dessinent des mailles délicates à ce niveau. Cet aspect a été observé pour l'œil droit comme pour l'œil gauche.

» Le nerf optique se terminait à peu de distance de sa sortie de l'œil.

» Notre cas de monstre anencéphalien possédant deux rétines normalement constituées n'est pas le seul. Déjà M. Pierret [1] a cité deux cas analogues de rétines saines et normales coïncidant avec l'absence complète de cerveau.

» Ces constatations ne nous semblent pas infirmer les idées des embryologistes, qui veulent que la rétine ne soit qu'une expansion cérébrale dont la première ébauche est constituée par la vésicule optique, simple évagination du système nerveux central supérieur. Ces divers cas prouvent simplement, à notre avis, que le cerveau a dû exister chez ces sujets à une période antérieure au moment où la vésicule optique s'est évaginée. Cette dernière, qui concourt pour la plus large part à la constitution de la rétine, étant séparée de ses centres supérieurs détruits par un processus inflammatoire très intense, a continué à se développer pour son propre compte. Son développement a été tout à fait normal; il n'a été nullement entravé, et n'a subi nul trouble dans son évolution, du fait de sa discontinuité avec les régions nerveuses, qui habituellement lui font directement suite. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la raréfaction produite dans la tige sur la formation des thylles gommeuses.* Note de M. **Louis Mangin**, présentée par M. Guignard.

» Les thylles normales ou les thylles gommeuses, dont la formation a été étudiée par Böhm, Rees, Frank, Gaunersdorfer, Temme et Praël, et enfin Molisch, et qui se développent si abondamment dans les rameaux coupés ou dans le bois ancien, auraient pour conséquence d'entraver les courants de sève qui se rendent des racines aux feuilles.

» On ne savait rien de précis sur les causes de leur apparition dans les tiges à l'état normal. J'ai été amené à étudier cette question à la suite de mes observations sur les Ailantes malades des plantations parisiennes.

---

[1] M. Jaboulay, *Relations des nerfs optiques avec le système nerveux central* (*Thèse* pour l'agrégation. Faculté de Médecine de Paris, 1886, 1 vol., p. 86). Pages 16 et suiv., citation du professeur Pierret.

» J'avais constaté (¹) que les arbres de cette essence, croissant dans un sol insuffisamment aéré et plus ou moins languissants, présentaient des couches annuelles très minces et des vaisseaux obstrués par d'abondants dépôts gommeux, tandis que les Ailantes croissant dans un sol meuble et bien aéré, comme l'est celui du Jardin botanique de l'École de Pharmacie, présentent des couches annuelles trés épaisses et des vaisseaux entièrement dépourvus de thylles gommeuses.

» Grâce à la bienveillance de M. Guignard, qui m'a autorisé à utiliser un des Ailantes destiné à être abattu, j'ai pu réaliser l'expérience suivante :

» Sur une grosse branche j'ai foré un trou de 6^{cm} à 7^{cm} de longueur allant jusqu'au centre; j'ai mastiqué dans l'orifice un petit tube d'acier qui, par l'intermédiaire d'un tube de plomb, a été mis en communication avec une trompe à mercure placée au pied de l'arbre. L'ajutage de cette trompe était assez étroit pour débiter le mercure goutte à goutte, et le réservoir assez grand, de sorte qu'il suffisait de renouveler le mercure une ou deux fois par jour pour assurer un débit constant. Cette trompe pouvait réaliser dans le tronc de l'arbre une raréfaction à peu près constante de $\frac{2}{3}$ d'atmosphère. Elle a fonctionné, sauf une interruption de quelques heures, pendant un mois, du 16 mars au 17 avril, grâce au concours qu'a bien voulu me prêter M. Demilly, jardinier en chef de l'École.

» Au terme de l'expérience, le trou a été bouché et l'arbre abandonné à lui-même jusqu'à l'automne, époque de l'abatage. On a scié la branche forée et on l'a abandonnée à la dessiccation dans l'air.

» Le bois étant sec, j'ai fait débiter le tronçon mis en expérience en rondelles de 1^{cm} d'épaisseur et j'ai examiné la structure du bois. Contrairement à ce que j'ai observé dans tous les Ailantes de l'École de Pharmacie, les vaisseaux ligneux dans toute la section, même dans les régions opposées au trou de forage, renfermaient de nombreuses thylles gommeuses. Il paraît difficile d'attribuer cette formation à la blessure faite dans l'arbre, car les régions de la tige les plus éloignées renfermaient encore de la gomme et, d'autre part, l'absence de parasites dans la blessure excluait l'idée d'une excitation provoquée par leur développement.

» Il faut admettre que, sous l'influence de la diminution de pression maintenue dans les vaisseaux pendant un mois, les cellules annexes des vaisseaux ont subi une excitation qui s'est traduite par une formation active de gomme s'extravasant dans les vaisseaux.

(¹) *Sur une maladie des Ailantes dans les parcs et promenades de Paris* (*Comptes rendus*, 1894).

» La formation des thylles gommeuses aurait donc lieu dans les tiges végétant normalement, toutes les fois qu'une dépression se produit pendant un certain temps dans l'atmosphère de la tige. Or, on sait, par les expériences de Hartig, que cette dépression a lieu parfois sous des influences qui restent à déterminer.

» Ayant ainsi reproduit expérimentalement les lésions que j'avais signalées chez les Ailantes malades sans en découvrir la cause, je puis donner sur la production de ces lésions et sur le mécanisme de la mort les explications suivantes : Puisque l'apparition des dépôts gommeux dans les vaisseaux est concomitante de la végétation en sol mal aéré, il est légitime de supposer que les racines n'ont pu développer, par suite d'un commencement d'asphyxie, toutes les radicelles nécessaires à l'entretien du courant d'eau destiné aux feuilles. Ces dernières évaporant plus d'eau que le sol ne pouvait leur en fournir, il s'est produit une raréfaction dans les vaisseaux et, d'après l'expérience que je viens de décrire, une formation abondante de gomme, les dépôts gommeux ralentissant encore le faible courant dirigé vers les feuilles. Cette influence s'accentuant d'année en année, plus ou moins rapidement suivant le degré d'asphyxie des racines, l'arbre a fini par périr après avoir développé des couches ligneuses très minces.

» On comprend ainsi l'intérêt pratique de l'ameublissement du sol dans les plantations.

» Je me propose de continuer ces expériences sur d'autres essences. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Cultures et formes atténuées des maladies cryptogamiques des végétaux*. Note de M. **Julien Ray**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« La présente Note résume les recherches que nous avons accomplies dans le cours de cette année, relativement aux maladies cryptogamiques des végétaux. Ces recherches sont la suite de travaux publiés par nous sur la même question, dont nous avons entrepris l'étude en nous appuyant sur le principe de la sérothérapie : c'est ainsi que nous nous sommes occupé successivement, depuis 1898, des formes *Botrytis*, — en particulier *B. cinerea*, — d'une maladie bactérienne des Légumineuses, dont le traitement par l'inoculation de formes atténuées nous donna de bons résultats,

et enfin, cette année, de plusieurs parasites appartenant aux groupes des Urédinées et des Ustilaginées.

» A côté de nous, dans la même voie, M. Jean Beauverie vient d'obtenir une très importante indication du meilleur traitement à suivre pour combattre la redoutable maladie de la toile (*B. cinerea*); cet auteur obtient une immunisation radicale des plants de *Begonia* en se servant d'une forme particulière du parasite.

» Nos expériences les plus récentes ont porté sur vingt-cinq espèces parasites : rouilles et charbons des céréales, rouille de l'Églantier, rouille de la Clématite, rouille du Fusain.

» 1° Dans un certain nombre de cas (charbons des Blés, charbons des Avoines, rouille de l'Églantier, rouille du Fusain), nous obtenons des cultures pures du parasite.

» Les milieux de culture employés sont, en première ligne, un bouillon préparé avec la plante dont nous considérons le parasite et solidifié par la gélose, puis ce substratum si favorable au développement des champignons, la Carotte.

» L'obtention d'une culture pure présente un double intérêt ; d'abord il est possible de faire varier l'organisme cultivé en modifiant le milieu nutritif, ce qui peut conduire à des formes atténuées; du reste, une culture artificielle, alors même qu'elle serait pratiquée sur le milieu le plus voisin possible du milieu naturel, ne produit pas, en général, ainsi que nous l'avons constaté, un organisme identique à celui qui détermine la maladie sur la plante vivante: il produit un organisme de virulence moindre.

» En second lieu, il devient plus aisé d'étudier les propriétés morphologiques et physiologiques du parasite. Ajoutons enfin qu'il est fort intéressant, à un tout autre point de vue, d'arriver à faire vivre en saprophyte un parasite aussi étroit qu'une rouille ou un charbon.

» Dans nos cultures pures, le champignon produit un mycélium très abondant, peu différent du mycélium naturel. Ce mycélium est presque entièrement inclus dans la gélose; la surface du substratum, à l'endroit où le parasite s'est développé, ne se distingue du reste de son étendue que par la présence de quelques filaments rampants étroitement appliqués et faisant à peine saillie.

» Les charbons n'ont pas produit de spores, la rouille du Fusain pas davantage, mais la rouille de l'Églantier donne des téleutospores cloisonnées, groupées en bouquets et intérieures au milieu nutritif.

» On avait déjà, depuis bien longtemps, des cultures saprophytes de charbons, mais elles ne se présentaient pas sous une forme aussi voisine de l'état parasite.

» 2° Nous envisageons d'autre part des plantes saines (Blés, Avoines, etc.) et nous les cultivons aussi à l'abri des microbes, quand la chose est possible, ce qui arrive pour les céréales, dont il suffit de jeter des grains stérilisés dans de larges tubes renfermant une dissolution saline appropriée, répandue sur un substratum solide et poreux.

» 3° Les cultures artificielles des parasites fournissent : *a*, des formes atténuées; *b*, des liquides dont l'emploi est semblable à celui des cultures et qu'on obtient en épuisant ces cultures par l'eau.

» 4° Un certain nombre d'essais de culture sont restés sans résultat.

» Or la plante contaminée étant une culture du champignon, nous avons songé à utiliser cette culture; en broyant les organes malades, nous préparons un liquide qui est doué d'une activité analogue à celle du parasite et se trouve être, à ce point de vue, modifiable par l'action des températures élevées (40°).

» En somme, nous avons réalisé des cultures artificielles de plusieurs parasites, et obtenu des formes atténuées d'un certain nombre d'entre eux. »

Sur l'affinité des globules rouges pour les acides et les alcalis, et les variations de résistance que leur impriment ces agents vis-à-vis de la solanine. Note de M. **E. Hédon**.

« Les globules rouges du sang, complètement dépouillés de leur sérum par centrifugation et lavages répétés à l'eau salée, ont la propriété de fixer très énergiquement sur leur substance les acides et les alcalis, en solution NaCl isotonique. Cette fixation se fait sans destruction globulaire, sans diffusion d'hémoglobine, lorsque la quantité d'acide ou d'alcali ne dépasse pas un certain chiffre en rapport avec la quantité de globules employés. C'est ce rapport qui est la condition essentielle, et non le titre des solutions acides ou alcalines.

» Par exemple, si l'on mélange trois gouttes de sang de bœuf à 10^{cc} d'une solution milli-normale d'acide chlorhydrique (dans eau salée), les globules se déposent inaltérés, et le liquide surnageant est parfaitement incolore. Mais une seule goutte de sang dans 10^{cc} de la même solution subit une hémolyse partielle, et les globules deviennent

noirâtres (formation de méthémoglobine); il en est de même si l'on dépose trois gouttes dans 25^{cc} de la solution.

» Pour la conservation des globules dans une solution acide, ce n'est donc pas le titre de la solution qui importe, mais bien la quantité absolue d'acide et le rapport de cette quantité à celle des globules. Dans une solution acide même encore plus diluée, les globules se détruiront si le volume de la solution (c'est-à-dire la quantité d'acide) est trop grand relativement au nombre des globules. Cela tient à leur affinité pour l'acide. De là résulte que l'on peut ajouter à des globules des solutions acides de concentration relativement forte sans les détruire, pourvu que cette addition soit faite lentement, en agitant continuellement le mélange (de manière que l'acide se répartisse également entre chaque globule), et qu'un rapport convenable entre la quantité d'acide ajoutée et la quantité de globules soit observé, c'est-à-dire, en d'autres termes, pourvu que l'on ne dépasse pas la capacité d'absorption des globules pour l'acide.

» Effectivement on peut, par exemple, ajouter dans ces conditions 10^{cc} d'acide chlorhydrique centi-normal ou 1^{cc} d'acide déci-normal (en solution NaCl) à 5^{cc} de sang de lapin dont le sérum a été remplacé par de l'eau salée. De même, on peut ajouter 80^{cc} d'acide chlorhydrique ou sulfurique centi-normal à 20^{cc} d'un dépôt de globules de bœuf lavés à l'eau salée. Si l'on centrifuge alors les globules, on voit que le liquide surnageant est parfaitement incolore et que, de plus, il a perdu toute acidité.

» Si la proportion d'acide a été trop grande, le liquide surnageant est teinté par l'hémoglobine et, de plus, présente une réaction acide.

» Dans les solutions acides, les globules prennent donc tout l'acide sans se détruire, et ils ne commencent à subir l'hémolyse que lorsqu'il reste dans le milieu un reliquat d'acide qu'ils ne peuvent fixer. Une fois imprégnés, les globules retiennent énergiquement l'acide, et l'on peut les laver à l'eau salée un très grand nombre de fois sans leur en faire perdre une quantité appréciable. Les globules se comportent de la même façon vis-à-vis de tous les acides, et les quantités des divers acides qu'ils sont capables de fixer dépend de la valence en acidité de ces substances. C'est ainsi qu'une masse donnée de globules supporte le mélange avec des quantités équivalentes en acidité d'acide citrique, lactique, tartrique, oxalique, succinique, benzoïque, salicylique. Les sels acides (comme le phosphate de sodium monobasique) se fixent aussi sur les globules, et sont moins nocifs que les acides libres, de telle sorte qu'ils peuvent être ajoutés en plus grande proportion et qu'un excès d'acidité du milieu n'amène pas la diffusion de

l'hémoglobine. Les globules présentent encore une affinité de même ordre pour les amines acides (glycocolle, asparagine) (1).

» Ce qui vient d'être dit des acides, s'applique également aux alcalis. Mélangés en proportion convenable à des solutions de soude (sans eau salée), les globules s'emparent de tout l'alcali et l'on peut les laver ensuite plusieurs fois à l'eau salée sans leur faire perdre une quantité appréciable de la soude qu'ils ont retenue.

» Les globules ainsi impressionnés par les acides et les alcalis présentent maintenant une modification remarquable de leur perméabilité pour un des poisons les plus fortement hémolytiques, la solanine. D'une solution de sulfate neutre de solanine à 0,1 pour 100, il suffit, par exemple, d'ajouter $0^{cc},3$ à 10^{cc} d'eau salée, pour que cinq gouttes de sang de bœuf *se laquent* dans ce milieu en quelques secondes. Mais la présence d'une petite quantité de phosphate acide de soude dans la solution empêche complètement l'hémolyse, comme Pohl l'a constaté. Or le mécanisme de cette action antitoxique est le suivant : les globules, en raison de leur affinité pour les substances acides, absorbent instantanément le phosphate acide de soude, et, ainsi modifiés, deviennent impénétrables à la solanine. Imprégnés de ce sel, puis centrifugés et lavés à maintes reprises à l'eau salée, ils gardent leur immunité. Mélangés alors, même en très grande quantité, à une solution toxique limite de solanine, ils n'enlèvent rien à celle-ci de sa toxicité pour les globules normaux (2). Cette action antitoxique n'est pas spéciale aux sels acides, mais se montre aussi, quoique à un moindre degré, pour tous les acides libres et les amines acides, pourvu que la quantité d'acide fixée par les globules soit suffisante.

» Inversement, les alcalis favorisent puissamment l'hémolyse par la solanine. Une solution hypotoxique de solanine pour les globules normaux devient immédiatement hémolytique, lorsqu'on lui donne un léger degré d'alcalinité. D'autre part, des globules impressionnés par la soude, puis centrifugés et lavés à plusieurs reprises à l'eau salée, se

(1) Telle est la façon dont les globules se comportent vis-à-vis des acides en milieu salin isotonique. Je rappelle seulement ici que, dans les solutions de non-électrolytes (sucres), ils présentent de plus le phénomène de l'agglutination (*Comptes rendus*, août 1900).

(2) Il n'en est pas de même lorsque l'hémolyse a lieu : en se détruisant, les globules forment avec la solanine un composé qui n'est plus toxique pour de nouveaux globules.

détruisent instantanément dans des solutions de solanine hypotoxiques pour des globules normaux. Non seulement les alcalis libres, mais encore les sels alcalins possèdent cette action favorisante sur l'hémolyse, et, parmi ces derniers, ceux-là même qui n'ont point à eux seuls de toxicité appréciable pour le sang, comme le citrate de soude.

» Traités par un acide, les globules acquièrent donc une certaine *immunité* vis-à-vis de la solanine; traités par un alcali, ils sont, au contraire, *sensibilisés*. Dans ce cas particulier, l'action antitoxique de l'acide et l'action sensibilisatrice de l'alcali relèvent toutes deux d'une modification de la cellule sensible et non point d'une modification de la substance toxique. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la nutrition azotée de la levure*. Note de M. **Pierre Thomas**, présentée par M. Roux.

« La plupart de ceux qui ont étudié l'assimilation de l'azote par la levure ont choisi comme aliment azoté l'asparagine; ils n'ont apporté que des résultats contradictoires et peu de faits précis, parce qu'ils ont confondu deux phénomènes distincts, mais superposés, à savoir la vie de la levure en tant que végétal et la fermentation alcoolique proprement dite, c'est-à-dire le dédoublement du sucre sous l'influence de la zymase.

» J'ai essayé d'éviter cet écueil en amplifiant autant que possible l'action de l'aliment azoté étudié sur la levure végétale, et en éliminant l'action sur le pouvoir ferment de la levure; on peut arriver à ce résultat, d'une manière plus ou moins approchée, en modifiant l'aération de la culture, la concentration en sucre du liquide fermentescible et la quantité de levure employée pour l'ensemencement.

» Afin d'avoir des résultats précis, et pour éviter d'introduire dans les fermentations des substances mal définies, indosables, dont l'action propre se superposerait à celle des corps étudiés, j'ai employé un milieu minéral sucré, auquel j'ajoutais des poids connus de substances azotées parfaitement pures.

» Il va sans dire que ces expériences ont été faites avec des levures pures et des milieux stérilisés au préalable, de manière à se mettre à l'abri de toute contamination accidentelle.

» Voici la marche adoptée :

» La solution minérale, faite avec de l'eau ordinaire (qui apporte avec elle une cer-

taine proportion de chaux utile à la levure), contient 2,5 pour 1000 de phosphate bipotassique PO^4K^2H et 0,5 pour 1000 de sulfate de magnésie. On y dissout une certaine quantité de glucose pur (et non de saccharose, pour éviter à la levure l'interversion de ce dernier), et on l'introduit par portions de 300^{cc}, mesurées exactement, dans des ballons à fond plat et à tubulure latérale, où elle occupe une épaisseur de moins de 1^{cm}. Après stérilisation à l'autoclave, on introduit aseptiquement la quantité convenable d'une solution de la substance azotée en expérience, préalablement filtrée à la bougie Chamberland. Cette précaution est nécessaire, parce que la plupart des amides sont hydrolysées par le chauffage de leurs solutions à l'autoclave.

» D'autre part, on prépare une culture pure de levure dans un milieu quelconque, tel que l'eau de touraillons sucrée. Lorsque la fermentation est terminée, la levure se dépose; on la lave, on la délaye dans un peu d'eau stérile et l'on ensemence avec une quantité exactement mesurée de cette émulsion de levure. Une quantité égale étant versée sur un filtre taré, on peut, après lavage et dessiccation à 105° jusqu'à poids constant, connaître la quantité de levure ensemencée.

» Après fermentation, on filtre sur un filtre taré, on lave la levure sur le filtre avec une quantité d'eau déterminée, et l'on complète le liquide filtré à 500^{cc}. Il devient dès lors facile de connaître les variations du sucre et de l'azote par comparaison avec le témoin.

» Lorsqu'il s'agit de faire des expériences de comparaison, les ballons sont ensemencés avec la même quantité de levure et placés dans une étuve à température réglée.

» En opérant de la manière indiquée, on trouve les résultats suivants :

» 1° Lorsqu'on offre à la levure l'azote sous forme d'urée, pour des teneurs en sucre voisines de 10 pour 100, la fermentation est lente, l'assimilation de l'azote reste faible et la levure formée est pauvre en azote

» 2° Si, les conditions restant les mêmes que pendant l'expérience précédente, on porte la proportion de sucre à 20 pour 100, la fermentation devient très rapide; le poids de levure est beaucoup plus grand, la quantité d'azote assimilée augmente beaucoup, la levure est plus riche en azote.

» 3° Si, toutes choses égales d'ailleurs, on introduit dans plusieurs ballons des quantités d'urée proportionnelles aux nombres 1, 2, 3, etc., on observe que la quantité de levure formée tend vers un maximum, ainsi que la quantité d'azote assimilée; il en est, par conséquent, de même de la teneur centésimale de la levure en azote. Lorsque ce maximum est atteint, des quantités de plus en plus grandes d'urée ne produisent aucune action. La valeur du maximum paraît dépendre de la quantité de levure ensemencée et de la nature de l'aliment azoté. Ster (1) a signalé récemment un fait tout à fait analogue avec l'asparagine.

» 4° Lorsqu'on substitue à l'urée le sel ammoniacal correspondant, c'est-à-dire le bicarbonate d'ammoniaque, on voit que la concentration de 20 pour 100 de sucre est également la plus favorable pour une bonne assimilation de l'azote. En augmentant les doses de ce sel ammoniacal, il y a augmentation dans le même sens du poids de

(1) *J. of the chem. Soc.*, juillet 1901.

levure et surtout de l'azote assimilé, ainsi que de la richesse de la levure en azote. Cette augmentation n'est pas indéfinie, mais tend vers un maximum beaucoup plus élevé que celui qui a été signalé plus haut avec l'urée.

» 5° On peut tirer de ces expériences la conclusion suivante : c'est que la richesse centésimale de la levure en azote est très variable, car elle varie avec la nature de l'aliment azoté. Elle ne paraît pas être en rapport direct avec le pouvoir ferment de la levure comme le pense Hayduck (¹).

» 6° Dans le cas du mélange de deux aliments azotés différents, le problème est plus complexe. On sait déjà, par les expériences de M. Duclaux, que dans le moût de raisin la levure s'empare de préférence de l'azote ammoniacal, et M. Laborde a montré que l'azote organique du moût est à peine touché dans ce cas.

» Il semble que l'ammoniaque soit en effet nécessaire à la levure, même lorsque celle-ci peut disposer abondamment d'une autre forme d'azote; cependant, à partir d'une certaine dose d'ammoniaque, il y a assimilation simultanée de l'azote sous les deux formes.

» Quatre ballons ont reçu chacun 140^{mgr} d'azote sous forme d'acétamide, dissoute dans le liquide minéral à 20 pour 100 de sucre; les trois derniers ont reçu des quantités d'acétate d'ammoniaque proportionnelles aux nombres 1, 2 et 4. La fermentation a duré cinq jours.

	Glucose.	Poids de levure.	Azote de la levure.	Azote pour 100 de la levure.	Azote ammoniacal. au début.	Azote ammoniacal. à la fin.
	gr	gr	mgr		mgr	mgr
Témoin....	64,52	0,0334	3,08	9,21	0	0
1	56,82	0,1641	3,85	2,34	0	0
2	28,73	0,4875	18,90	3,87	19,6	0
3	5,88	0,9339	33,36	3,57	39,2	11,7
4	Traces	0,9019	53,90	5,98	78,4	35,0

» Ces poids sont rapportés au volume total du liquide d'un ballon. On voit que l'acétamide, à peine assimilée dans les ballons 1 et 2, l'est nettement dans les ballons 3 et 4, où il y a un excès d'acétate d'ammoniaque non utilisé. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Influence de la lécithine sur les échanges nutritifs.* Note de M. G. CARRIÈRE, présentée par M. Bouchard.

« Depuis que Danilewsky et Serono ont affirmé l'influence favorable de la lécithine sur la croissance et le développement des plantes et des animaux, on a vulgarisé l'usage thérapeutique de cette substance.

» Desgrez et Zaky avaient déjà signalé les modifications avantageuses que la lécithine fait subir aux échanges nutritifs, lorsque Gilbert et Four-

(¹) *Zeits. f. Spiritus Ind.*, 1880 et suivants.

nier préconisèrent l'emploi de ce médicament comme stimulant de la nutrition. Seul, E. Wildiers a contesté les résultats obtenus, dans une Note à laquelle MM. Desgrez et Zaky viennent de répondre, il y a quelques jours, en se basant sur l'expérience *in anima vili*.

» Possédant déjà quelques notes sur l'action de la lécithine dans l'organisme humain, je crois devoir les publier à l'appui de ce que viennent d'affirmer les deux savants. Ainsi, nous pourrons comparer ce qui se passe chez l'homme à ce qui se passe chez l'animal.

» I. *Action sur le poids.* — Administrée à des enfants normaux, la lécithine a produit de notables augmentations de poids. L'augmentation va diminuant, comme si la lécithine perdait de son action au fur et à mesure que l'organisme s'y habitue.

» Le Tableau suivant prouve ce que nous avançons :

	Age.	Avant.	1 mois.	2 mois.	3 mois.	5 mois.	6 mois.
Pierre M......	3 ans	12500	12700	12580	13050	13150	13225
Jean R	3 ans	12350	12270	12460	12510	12620	12705
Jules G.......	5 ans	15500	15650	15815	15955	16160	16310
Marie N.......	5 ans	15615	15855	15998	16040	16190	16328
Jeanne C......	8 ans	20450	20610	20764	20909	21049	21180
Antonin P.....	8 ans	20375	20590	20750	20907	21061	21208

» II. *Action sur la taille.* — Chez les sujets soumis à la lécithine, la taille augmente plus que chez les sujets qui n'en prennent pas.

» Le Tableau suivant en fait foi :

	Age.	Taille avant.	Six mois après.	Moyenne d'augmentation par mois.	Augmentation normale.
Pierre M.....	3 ans	0,88	0,99	0,11	0,04
Jean R..	3 ans	0,86	0,95	0,09	0,04
Jules G.......	5 ans	1,00	1,07	0,07	0,03
Marie N......	5 ans	1,05	1,10	0,05	0,03
Jeanne C.....	8 ans	1,10	1,18	0,08	0,03
Antoine P....	8 ans	1,15	1,21	0,06	0,03

» III. *Action sur le sang.* — Sous l'influence de la lécithine, on voit se produire des modifications du sang.

» *a.* Le nombre des hématies augmente.

» *b.* La richesse hémoglobique varie peu.

» *c.* Le nombre des hématoblastes augmente.

» *d.* Le nombre des leucocytes augmente un peu. La formule hémoleucocytaire reste la même.

» IV. *Action sur la composition des urines.* — En s'entourant des précautions les plus rigoureuses en ce qui concerne le régime, de manière à éviter les modifications urinaires dues à cette cause, j'ai pu constater :

» 1° Que la quantité des urines n'est pas modifiée;

» 2° Que la réaction reste acide, que l'acidité est légèrement diminuée;

» 3° Que le taux de l'urée augmente beaucoup pendant les premières semaines, puis cette augmentation devient de moins en moins notable. Au sixième mois, le taux de l'urée est à peu près normal.

» 4° L'azote total augmente de la même façon pour rester au chiffre normal après cinq à six mois.

» 5° Le coefficient d'utilisation azotée, d'abord très élevé, reste ensuite normal à partir du cinquième mois.

» 6° L'acide phosphorique diminue les trois premiers mois, puis remonte ensuite au chiffre normal.

» 7° Les sulfates ne sont pas modifiés. »

M. A. **Davidovsky** adresse une Note relative à un nouvel aérostat.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AOUT 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le théorème de Poisson et un théorème récent de M. Buhl.* Note de M. **Paul Appell.**

« Dans la séance du 11 février 1901, M. Buhl a communiqué à l'Académie une proposition générale dont il a déduit comme cas particulier le célèbre théorème de Poisson et dont il a développé les conséquences dans une Thèse soutenue devant la Faculté des Sciences de Paris (1); la même proposition se trouve énoncée dans un Mémoire de M. de Donder (2), paru peu après la Note de M. Buhl.

(1) *Sur les équations différentielles simultanées et la forme aux dérivées partielles adjointe.* Thèse soutenue le 14 juin 1901; Naud, éditeur.

(2) *Étude sur les invariants intégraux* (*Rendiconti del Circolo matematico di Palermo,* séance du 17 mars 1901).

» Sans vouloir rien retirer à l'intérêt de cette proposition qui, dans un exposé systématique, doit précéder et préparer le théorème de Poisson, je me propose de montrer que le théorème de M. Buhl peut être considéré, à son tour, comme une conséquence du théorème de Poisson.

» Considérons des équations différentielles de la forme

$$(1) \qquad \frac{dx_1}{dt} = X_1, \quad \frac{dx_2}{dt} = X_2, \quad \ldots, \quad \frac{dx_n}{dt} = X_n,$$

où les X_i sont des fonctions données de $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Introduisons des variables parasites $y_1, y_2, \ldots, y_n$, en posant avec Liouville

$$(2) \qquad H = y_1 X_1 + y_2 X_2 + \ldots + y_n X_n;$$

nous pourrons remplacer le système (1) par les équations canoniques

$$(3) \qquad \frac{dx_i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial y_i}, \quad \frac{dy_i}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial x_i} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

dont les dernières servent à définir les y_i.

» Pour qu'une fonction $\varphi(x_1, x_2, \ldots, x_n; y_1, y_2, \ldots, y_n)$ soit une intégrale de ce dernier système, il faut et il suffit que la parenthèse

$$(4) \qquad (\varphi, H) = \sum \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \frac{\partial H}{\partial y_i} - \frac{\partial \varphi}{\partial y_i} \frac{\partial H}{\partial x_i} \right)$$

soit identiquement nulle. Cherchons, en particulier, une intégrale du système (3), de la forme

$$(5) \qquad \varphi = y_1 Y_1 + y_2 Y_2 + \ldots + y_n Y_n,$$

les Y_i étant des fonctions de $x_1, x_2, \ldots, x_n$ seulement. En écrivant que la condition (4) a lieu quels que soient $y_1, y_2, \ldots, y_n$, on obtient les n équations

$$(6) \qquad \sum_{i=1}^{i=n} X_i \frac{\partial Y_k}{\partial x_i} = \sum_{i=1}^{i=n} Y_i \frac{\partial X_k}{\partial x_i} \qquad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

qui définissent les Y_i. Ces fonctions sont donc celles que M. Buhl a appelées *adjointes* et qu'il a étudiées en détail.

» La fonction (5) étant ainsi une intégrale du système canonique (3), imaginons que l'on ait une intégrale $F(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ du système (1); ce sera aussi une intégrale du système canonique (3). Alors, d'après le théo-

rème de Poisson, la parenthèse

$$(F, \varphi) = Y_1 \frac{\partial F}{\partial x_1} + Y_2 \frac{\partial F}{\partial x_2} + \ldots + Y_n \frac{\partial F}{\partial x_n}$$

est encore une intégrale, ce qui donne le théorème de M. Buhl. »

BALISTIQUE. — *Loi des pressions dans les bouches à feu. Recherche de l'exposant de lenteur.* Note de M. E. VALLIER.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 22 juillet dernier, nous avons introduit en balistique intérieure la notion de l'exposant de lenteur. Nous revenons aujourd'hui sur sa détermination.

» Lorsqu'on ne connaît ou l'on ne se donne que la vitesse initiale et la pression maximum, on peut certainement en déduire le coefficient de fatigue α : si le poids de la charge est inconnu, on pourra cependant en tenir compte d'une manière approchée en évaluant ladite charge d'après les autres éléments : en l'estimant par exemple au quart ou au cinquième du poids du projectile.

» On sait, d'autre part, que, ce coefficient α une fois déterminé, les éléments de la courbe des pressions s'en déduisent à l'aide de formules fournies par l'étude de la fonction $P(z)$.

» Mais, en général, on dispose d'une autre donnée soit expérimentale, soit théorique. Ce sera, par exemple, la durée du trajet du projectile dans l'âme, mesurée soit directement, soit par l'intermédiaire du recul du canon; ce pourra être la pression à la bouche de la pièce, mesurée à l'aide d'un crusher convenablement calibré et taré au préalable par l'effort d'une pression connue, un peu inférieure à la pression présumée; ce sera telle autre donnée expérimentale que l'on aura pu obtenir et qu'il sera facile de rattacher théoriquement à la fonction $P(z)$. La connaissance du tracé du canon peut encore fournir un autre élément du problème, comme il va être expliqué.

» J'ai montré dans la *Balistique des nouvelles poudres* que, pour une longueur d'âme suffisante et avec une poudre appropriée, on pouvait écrire l'expression de la vitesse initiale à l'aide de l'équation de la détente adiabatique des gaz développés par la combustion, en adoptant pour rapport des chaleurs spécifiques dans ces conditions de haute température le rapport 1,1, et tenant compte du covolume des gaz précités. Dès lors, en

différentiant cette expression, on pourra obtenir l'accélération du mouvement, c'est-à-dire la pression, dans le voisinage de la bouche, pression que nous savons d'autre part évaluer sous la forme $P_1 P(\alpha)$, et en égalant ces deux valeurs on en déduit une relation entre la fonction

$$P(\alpha) = \alpha P(\alpha),$$

et le rapport $\frac{S'}{s'}$ du volume total de l'âme à celui de la chambre, l'un et l'autre diminués du covolume des gaz.

» [Cette relation, pour ceux des lecteurs qui se reporteraient à l'Ouvrage précité, s'écrit $Q(\alpha) = \frac{1}{10x^2}\left(1 - \frac{s'}{S'}\right)$].

» Or, on peut concevoir que la fonction $P(z)$ contienne un paramètre β, et que des Tables numériques des diverses fonctions déduites analytiquement de $P(z)$, comme il a déjà été indiqué, fonctions $\Theta(\alpha)$, $\Phi(\alpha)$, $W(\alpha)$, $T(\alpha)$, $P(\alpha)$, $Q(\alpha)$, aient été dressées à l'avance pour différentes valeurs de β. Dès lors, en rapprochant ces Tables de l'une des données signalées plus haut (pression à la bouche, durée de trajet, tracé intérieur, etc.), on en déduira le paramètre β le plus probable dans le cas considéré.

» Ainsi supposons que l'on ait mesuré la pression P à la bouche et, bien entendu, la pression maximum L_1 : on en déduira le rapport $\frac{P}{P_1} = P(\alpha)$. D'autre part, on connaît α. Si donc on rapproche cette valeur numérique trouvée pour $P(\alpha)$ des Tables dressées pour cette fonction avec diverses valeurs de β, on en déduira la valeur la plus probable de ce dernier paramètre et, par suite, la courbe des pressions et les autres éléments les plus probables à employer.

» Par exemple, pour $\alpha = 1,80$, on a pour $P(\alpha)$, en fonction de β, les valeurs suivantes :

$\beta =$	1	1,5	2	2,5	3	4	5
$P(1,80) =$	0,227	0,212	0,194	0,189	0,180	0,168	0,162

et si l'on a trouvé d'autre part $\frac{P}{P_1} = \frac{1}{5}$ ou 0,2, on adoptera $\beta = 2$.

» Il peut arriver que l'on dispose de plus d'une donnée supplémentaire, et qu'à chacune de ces données corresponde une valeur de β différente : le fait ne saurait surprendre, le phénomène en lui-même étant tellement complexe qu'il ne peut certainement se représenter par une fonction $f(\beta, z)$ à un seul paramètre. Dans ce cas, il appartiendra à l'expérimentateur de

prendre pour β soit une valeur intermédiaire, soit celle des valeurs trouvées qui correspond à la donnée expérimentale la plus probable. Si parmi ces données figure la fonction $Q(\alpha)$, on n'oubliera pas que cette valeur, calculée pour le cas de la combustion complète de la poudre, risque d'être inférieure à la valeur réelle du produit $\alpha P(\alpha)$ et ne doit être utilisée que sous ces réserves, surtout si la poudre est lente, c'est-à-dire si α est faible.

» Si l'on ne dispose d'aucune donnée pour la détermination de β, on pourra l'évaluer par la relation empirique

$$(\alpha - 1)\beta = 2.$$

» La méthode ainsi présentée reste générale, applicable à toute forme de la fonction $P(\beta, z)$, que cette forme soit celle du type exponentiel dont nous avons fait usage jusqu'à présent (*Comptes rendus* du 22 juillet 1901) ou telle autre fonction $f(\beta, z)$ que l'on viendrait à reconnaître comme plus conforme à l'expérience.

» Des Tables des différentes fonctions balistiques ainsi définies, pour diverses valeurs de β, seront publiées dans le *Mémorial des Poudres et Salpêtres* et dans la *Revue de Mécanique* pour servir aux applications. Elles sont naturellement calculées à l'aide des fonctions du type exponentiel dont il vient d'être question. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de préparation de l'aniline et des alcalis analogues*. Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens**.

« Dans diverses Communications antérieures, nous avons indiqué que l'hydrogène libre, agissant à température peu élevée en présence de certains métaux divisés, peut se fixer directement sur diverses molécules organiques incomplètes. C'est une méthode générale, qui peut fréquemment être substituée avec avantage aux méthodes habituelles d'hydrogénation, dites par l'hydrogène naissant (acide iodhydrique en tubes scellés; amalgame de sodium et eau; fer, zinc, ou étain, et acides étendus, etc.). C'est dans le nickel récemment obtenu par réduction de son oxyde que nous avons rencontré la plus grande activité de fixation; mais le cobalt réduit, le fer réduit, le cuivre ou le platine divisés, possèdent une aptitude analogue.

» Nous avons trouvé que notre méthode d'hydrogénation permet de

transformer très facilement le nitrobenzène ou dérivés nitrés analogues en aniline ou alcalis correspondants.

» Le cuivre convient ici très bien pour effectuer la réaction. Dans un tube où se trouve étalée une colonne de cuivre préalablement obtenu par réduction de son oxyde, et chauffé vers 300°-400°, on dirige les vapeurs d'aniline entraînées par un courant d'hydrogène en excès : le dispositif à tube capillaire, employé par nous pour l'hydrogénation du benzène et des carbures homologues (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 566; 1901), peut être utilisé avec avantage. La transformation est complète :

$$(1) \qquad C^6H^5.NO^2 + H^n = C^6H^5.NH^2 + 2H^2O + H^{n-6}.$$

» Le volume du gaz diminue beaucoup : dans un vase disposé au delà du tube à cuivre, on condense un mélange d'eau et d'aniline à peu près incolore, facilement séparables par simple décantation. Le rendement est sensiblement total. La réaction peut se poursuivre indéfiniment sans altération du métal.

» Si l'excès d'hydrogène mélangé aux vapeurs d'aniline est insuffisant (1), le produit obtenu est coloré en rouge orangé par une certaine quantité d'azobenzène, ou même de nitrobenzène non transformé.

» L'orthonitrotoluène, le métanitrotoluène, substitués au nitrobenzène dans la préparation, fournissent dans les mêmes conditions l'orthotoluidine, la métatoluidine, sensiblement pures, et il en est ainsi des autres dérivés nitrés analogues, qui fournissent de même les alcalis correspondants. Nous nous proposons de revenir prochainement sur ce sujet.

» Le cuivre très divisé, tel que celui qui est préparé par l'industrie pour la dorure en faux au vernis, peut être employé à la place du cuivre réduit. D'ailleurs l'opération peut être interrompue et reprise avec le même cuivre, parce que l'oxyde qui a pu altérer sa surface disparaît rapidement par l'action de l'hydrogène à 300°-400°, température de la réaction.

» Le nickel récemment réduit de son oxyde est, nous le savons, un hydrogénant plus actif que le cuivre : en effet, il réalise plus aisément encore la transformation du nitrobenzène, mais il peut dépasser le but et exagérer la fixation d'hydrogène.

» Au voisinage de 200°, la réaction a lieu normalement, sans perturbations notables : on obtient une aniline très pure tout à fait incolore. Vers 250°, on constate déjà une production appréciable d'ammoniaque, selon la réaction :

$$(2) \qquad C^6H^5.NO^2 + H^8 = C^6H^6 + NH^3 + 2H^2O.$$

» Il y a formation simultanée d'un peu de benzène et aussi de cyclohexane.

---

(1) Il en serait ainsi si l'on se bornait à employer le volume théorique, ou même une dose de beaucoup inférieure au double de ce dernier.

» Le rendement en aniline va en diminuant à mesure que la température s'élève; il devient mauvais au-dessus de 300°, où la formation de benzène [réaction (2)] est plus importante. Si à ce moment l'hydrogène est en grand excès, on a surtout la réaction :

(3) $$C^6H^5NO^2 + H^{26} = 6CH^4 + NH^3 + 2H^2O.$$

» La contraction est très forte, et les gaz dégagés contiennent beaucoup de méthane.

» En opérant au-dessus de 300°, en présence d'une moindre quantité d'hydrogène, on obtient, à côté de l'aniline, du benzène et de l'ammoniaque, une certaine dose de diphénylamine qui se trouve dans les queues de distillation et est facile à caractériser par ses réactions. Ainsi que nous l'avons constaté par une expérience directe, ce dernier composé résulte de l'action du nickel sur la vapeur d'aniline au-dessus de 300°. On a alors :

$$2C^6H^5NH^2 = NH^3 + (C^6H^5)^2NH.$$

» Le cobalt réduit se comporte à peu près comme le nickel. Il en est de même du fer réduit par action prolongée de l'hydrogène sur l'oxyde vers 450°-500° : mais la difficulté de préparation de ce métal rend son emploi peu avantageux.

» Le platine divisé (noir de platine, mousse de platine, amiante platinée), chauffé vers 230°-310°, permet de réaliser la transformation du nitrobenzène et similaires à peu près dans les mêmes conditions que le cuivre, c'est-à-dire sans formation d'ammoniaque. Mais s'il y a insuffisance de l'excès d'hydrogène, il y a une tendance marqnée à la formation de cristaux blancs d'hydrazobenzène.

» Le *gaz de l'eau*, mélange à volumes égaux d'hydrogène et d'oxyde de carbone, peut, dans les diverses préparations qui viennent d'être décrites, remplacer l'hydrogène pur, et son emploi est au moins aussi avantageux, soit avec le cuivre à 300°-400°, soit avec le nickel à 200°-230°, parce que l'oxyde de carbone intervient lui-même dans une certaine mesure dans la réaction, selon la formule

$$C^6H^5.NO^2 + 2CO + H^2 = 2CO^2 + C^6H^5.NH^2.$$

» En effet, les gaz dégagés entraînent une assez forte proportion d'anhydride carbonique. Cette proportion est plus importante avec le cuivre qu'avec le nickel; elle est très faible avec le platine divisé, pour lequel le gaz de l'eau n'agit guère que par son hydrogène. Les rendements en aniline et alcalis analogues, ainsi que la pureté des produits obtenus, sont pour le moins aussi bons qu'avec l'hydrogène pur.

» Le *gaz d'éclairage*, bien purifié, par exemple au moyen du passage sur une colonne de tournure de cuivre chauffée au rouge, peut également être substitué à l'hydrogène pur dans les mêmes préparations.

» Le bas prix de revient du gaz de l'eau, ou du gaz de houille, et la

possibilité d'employer le cuivre, métal peu coûteux qui peut du reste servir indéfiniment pour effectuer la réaction, permettent de penser que ce nouveau procédé de réduction directe sera avantageusement substitué par l'industrie au procédé par voie humide, dit de Béchamp, pour la préparation de l'aniline et des alcalis analogues.

» Nous avons pu réaliser de même l'hydrogénation directe des dérivés nitrés forméniques, ainsi que des composés oxydés de l'azote : nous nous proposons d'indiquer prochainement les résultats obtenus, ainsi que ceux que nous ont fournis les nitriles, la pyridine et ses homologues. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. H. **Bernier** adresse un Mémoire intitulé : « Étude sur l'aviation ».

(Commissaires : MM. Marey, Maurice Lévy.)

M. **Hosden** adresse un complément à sa précédente Communication relative à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, trois Volumes des Bulletins de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. (Présentés par M. Albert Gaudry.)

ASTRONOMIE. — *Sur la variation lumineuse de la planète Éros. Courbes de lumière. Amplitude de la variation.* Note de M. **Ch. André**, présentée par M. Lœwy.

« Dans une Communication précédente [1], j'ai indiqué les résultats de nos observations relativement à la durée de la variation lumineuse d'Éros et aux intervalles des points tropiques de la courbe de lumière ; les chan-

[1] *Comptes rendus*, 29 juillet 1901.

gements d'intensités relatives des différentes parties de cette courbe offrent aussi quelques particularités intéressantes.

» En l'absence de mesures photométriques directes des étoiles de comparaison, nous ne pouvons que donner les variations relatives de l'éclat dans chaque soirée, mais non comparer les éclats absolus des différentes soirées.

» Voici les conclusions de l'examen des courbes de lumière déduites de la combinaison de toutes les observations.

» 1° Toutes les fois que, dans une même soirée, on a pu obtenir les minima des deux ordres, toujours le minimum impair a paru un peu plus faible, en moyenne de $0^{gr},2$, que le minimum pair;

» 2° La forme de la courbe de lumière aux environs des minima n'a pas changé sensiblement pendant toute la durée des observations;

» 3° Le maximum impair a toujours été plus étalé que le maximum pair, c'est-à-dire que la variation lumineuse y a toujours été moins rapide; de plus, la forme de la courbe lumineuse au voisinage des maxima a été assez variable; ainsi le 9 avril le maximum pair était aussi aigu que les minima, tandis que le lendemain 10 la courbe n'a présenté, pendant quarante minutes autour du maximum impair, que des variations à peine perceptibles;

» 4° Lorsque les deux maxima ont pu être observés dans une même soirée, le maximum pair a, en général, paru un peu plus brillant, en moyenne de $0^{gr},2$, que le maximum impair;

» 5° Le Tableau suivant donne les valeurs successives de l'amplitude de la variation lumineuse d'Éros pendant chaque soirée d'observation. [Les nombres marqués (*a*) sont incertains, le ciel ayant été fréquemment nuageux pendant ces deux soirées.]

Date.		Amplitude.	Date.		Amplitude.
		gr			gr
1901. Février	20.......	2,0	1901. Mars	28.......	1,1
	21.......	1,7		29.......	1,1
	22.......	2,0	Avril	9.......	1,2
	23.......	1,5		10.......	0,9
	25.......	1,6		15.......	0,5
	26.......	1,4		17.......	0,4
	27.......	1,3		18.......	0,4
Mars	8.......	1,2		19.......	0,2
	9.......	1,4 (*a*)		24.......	0,0
	16.......	1,8 (*a*)			

» Il montre que, depuis le 20 février, cette amplitude, d'abord de deux grandeurs, a diminué d'une façon à peu près continue; cette diminution a été surtout rapide à partir du 9 avril, si bien que, le 19, la variation, quoique encore certaine, n'était plus que de deux ou trois dixièmes de grandeur et que, le 20, elle est fort incertaine. Le 23, l'état du ciel n'a permis qu'une heure quinze minutes d'observation, intervalle

pendant lequel on n'a pas constaté de variation. Le 24, les conditions d'observation étaient bonnes et leur durée suffisante ; l'éclat d'Éros est certainement resté constant ; il en a été de même les 4, 14, 15, 17 et 20 mai, jour où les observations ont pris fin.

» L'ensemble des faits signalés dans les deux Notes précédentes prouve que le problème soulevé par la variation lumineuse de la planète Éros est complexe, et il semble qu'une étude expérimentale des hypothèses mises en avant pour l'expliquer doive apporter quelque lumière dans la question. Je compte pouvoir l'entreprendre très prochainement. »

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur la déformation infiniment petite d'une enveloppe sphérique élastique*. Note de MM. **Eugène** et **François Cosserat**, présentée par M. Appell.

« Considérons, avec Lamé, les équations de l'élasticité en coordonnées polaires, et conservons ses notations (*Leçons sur les coordonnées curvilignes*, p. 299 et suiv.), en introduisant cependant la quantité ξ de nos Notes précédentes. Lamé ne paraît pas avoir remarqué qu'il existe des solutions de ces équations dans lesquelles les quatre fonctions θ, U, V, W ont simultanément les formes suivantes :

$$(1)\qquad \theta = R_0 Q_0 P_0, \qquad U = R_1 Q_1 P_1, \qquad V = R_2 Q_2 P_2, \qquad W = R_3 Q_3 P_3,$$

les R, Q, P étant respectivement des fonctions d'une seule des coordonnées r, ψ, φ.

» Parmi les solutions précédentes, nous pouvons en distinguer qui dépendent de quatre constantes arbitraires A, B, C, D, d'un entier i positif ou négatif, et qui jouissent de la propriété suivante : $\mathcal{N}$, $\mathcal{M}$, $\mathcal{T}$ étant les composantes, divisées par la constante μ de Lamé, de l'effort sur un élément de la surface d'une sphère ayant pour centre l'origine, on a aussi

$$(2)\qquad \begin{cases} h_1 U + h'_1 \mathcal{N} = \mathcal{R}_1 Q_1 P_1, \\ h_2 V + h'_2 \mathcal{M} = \mathcal{R}_2 Q_2 P_2, \\ h_3 W + h'_3 \mathcal{T} = \mathcal{R}_3 Q_3 P_3, \end{cases}$$

les $\mathcal{R}$ étant comme les R des fonctions de la seule coordonnée r, les h et h' étant des constantes données ou plus généralement des fonctions données

de r. Les fonctions $\mathfrak{R}_1$, $\mathfrak{R}_2$, $\mathfrak{R}_3$ ont les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned}\mathfrak{R}_1 = {} & \mathrm{C}i[h_1 r + 2(i-1)h'_1]r^{i-2} \\ & - \mathrm{A}\{(\xi i - 2)h_1 r + 2[\xi(i^2 - i - 3) + 1]h'_1\}\frac{r^i}{2(2i+3)} \\ & - \mathrm{D}(i+1)[h_1 r - 2(i+2)h'_1]r^{-i-3} \\ & - \mathrm{B}\{[\xi(i+1) + 2]h_1 r - 2[\xi(i^2 + 3i - 1) + 1]h'_1\}\frac{r^{-i-1}}{2(2i-1)},\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mathfrak{R}_2 = {} & -\mathrm{C}[h_2 r + 2(i-1)h'_2]r^{i-2} \\ & + \mathrm{A}\{[\xi(i+3) + 2]h_2 r + 2[\xi i(i+2) - 1]h'_2\}\frac{r^i}{2(i+1)(2i+3)} \\ & - \mathrm{D}[h_2 r - 2(i+2)h'_2]r^{-i-3} \\ & - \mathrm{B}\{[\xi(i-2) - 2]h_2 r - 2[\xi(i^2 - 1) - 1]h'_2\}\frac{r^{-i-1}}{2i(2i-1)},\end{aligned}$$

$\mathfrak{R}_3$ s'obtient en changeant respectivement h_2, h'_2 en $-h_3$, $-h'_3$ dans $\mathfrak{R}_2$.

» Envisageons le problème dans lequel on donne, à la frontière d'une enveloppe sphérique limitée par deux sphères concentriques de rayons a, a', les valeurs des expressions

$$h_1 \mathrm{U} + h'_1 \mathfrak{N}, \quad h_2 \mathrm{V} + h'_2 \mathfrak{M}, \quad h_3 \mathrm{W} + h'_3 \mathfrak{G},$$

en supposant que les produits $h_2 h'_3$ et $h'_2 h_3$ prennent en même temps sur chaque sphère la même valeur. La solution sera formée de fonctions uniformes de ξ, analogues à celles de notre dernière Communication, et les résultats précédents permettent de calculer directement les pôles de ces fonctions et les résidus correspondants. Ces derniers sont fournis, en effet, par les formules précédentes, dans lesquelles les quatre constantes A, B, C, D sont déterminées de façon à annuler $\mathfrak{R}_1$, $\mathfrak{R}_2$, $\mathfrak{R}_3$ sur les deux sphères de rayons a, a'. Si l'on écrit que quatre constantes non toutes nulles A, B, C, D vérifient ces conditions, on trouve qu'il faut et il suffit que ξ vérifie une équation du second degré, dont les coefficients dépendent de i, a, a', et des valeurs des h sur les deux sphères.

» Considérons le cas où $h'_1 = h'_2 = h'_3 = 0$; il correspond au problème où les déplacements sont imposés sur les deux sphères concentriques qui limitent l'enveloppe sphérique. L'équation du second degré à laquelle ξ doit satisfaire est la suivante :

$$\left(\xi + \frac{2i+1}{i}\right)\left(\xi + \frac{2i+1}{i+1}\right) = \frac{(2i-1)(2i+3)}{4}\,\frac{(a'^2 - a^2)^2}{(a'^{2i+3} - a^{2i+3})(a'^{-2i+1} - a^{-2i+1})}\,\xi^2.$$

» Pour i infini, l'équation possède la racine double $\xi = -2$; il est facile de voir que les deux racines de l'équation pour toute autre valeur entière

de i sont finies et séparées par $\xi = -2$. *Les pôles, dans la solution du problème considéré, sont donc répartis sur un segment limité qui renferme à son intérieur un point singulier essentiel.*

» Il en est de même dans toutes les autres hypothèses que l'on peut faire sur les h, h', et qui ont trait aux divers problèmes [1] que l'on peut se poser sur l'enveloppe sphérique. Considérons, par exemple, le cas où $h_1 = h_2 = h_3 = 0$; il correspond au problème où les efforts sont imposés sur les deux sphères qui limitent l'enveloppe. L'équation du second degré à laquelle ξ doit satisfaire est

$$\left(\xi - \frac{2i+1}{2i^2+4i+3}\right)\left(\xi + \frac{2i+1}{2i^2+1}\right)$$
$$= \frac{(i-1)i(i+1)(i+2)(2i-1)(2i+3)}{(2i^2+4i+3)(2i^2+1)} \frac{(a'^2-a^2)^2}{(a'^{2i+3}-a^{2i+3})(a'^{-2i+1}-a^{-2i+1})}\xi^2.$$

» *Le point singulier essentiel est ici* $\xi = 0$; ce résultat montre quelles difficultés on rencontrerait si, comme on pourrait être tenté de le faire, on commençait l'étude des fonctions U, V, W de ξ dans le voisinage de $\xi = 0$. Un autre fait remarquable, sur lequel nous nous proposons de revenir, est que, dans ce second cas, *les extrémités du segment qui contient les points critiques de* ξ *sont* $\xi = -1$, $\xi = \frac{1}{3}$; *elles ne dépendent pas des rayons* a *et* a'.

» Revenons au cas général; lorsqu'on fait varier simultanément de 0 à ∞ les rapports $\frac{h'_1}{h_1}$, $\frac{h'_2}{h_2}$, le segment des points critiques se déplace dans le sens positif de l'axe des ξ, et le point singulier essentiel passe par toutes les valeurs intermédiaires entre -2 et 0; le segment ne franchit jamais le point $\xi = \frac{1}{3}$, ce qui est d'accord avec la proposition de Betti et de Kirchhoff relative à l'existence unique de la solution.

» On observera que, si l'on fait $a = 0$ dans les équations précédentes, on ne retrouve pas les résultats donnés dans nos Notes du 12 avril 1898 et

---

[1] M. Boussinesq paraît avoir eu le premier l'idée de considérer les problèmes dans lesquels les données à la surface ne sont pas toutes des composantes du déplacement ou toutes des composantes de l'effort. Cette idée, qui se retrouve dans une Note récente du même auteur sur le problème des températures, a été appliquée par M. Marcolongo au cas de la sphère élastique. On remarquera que les quantités $\frac{h'_1}{h_1}$, $\frac{h'_2}{h_2}$, $\frac{h'_3}{h_3}$ définissent une quantité dirigée qui a un rôle analogue à celui du coefficient relatif au rayonnement dans le problème des températures.

du 29 juillet 1901; on impose, en effet, ici, au centre de la sphère, une condition supplémentaire. »

MÉCANIQUE. — *Sur une relation qui existe probablement entre l'angle caractéristique de la déformation des métaux et le coefficient newtonien de restitution.* Note de M. G. GRAVARIS.

« Les expériences de M. le commandant Hartmann ont montré que les déformations des métaux et, en général, des corps peu poreux, se manifestent toujours suivant des lignes faisant avec la direction de l'effort un angle inférieur à 90° et caractéristique du corps ([1]). En comparant les valeurs trouvées pour cet angle avec celles de la constante e, découverte par Newton, pour le choc de deux corps qui n'en aient pas subi une déformation permanente, constante qui caractérise l'élasticité de ces corps et que sir W. Thomson appelle *coefficient de restitution,* j'ai déduit qu'elles sont liées, à de petites différences près, par la relation

$$e = \frac{2\alpha}{\pi}. \tag{1}$$

» La valeur du coefficient e a été déterminée jusqu'ici pour peu de corps. Je n'ai pu recueillir que celles qu'il prend pour les substances suivantes, pour lesquelles il existe, en même temps, des observations sur l'angle α.

Substance.	Valeur de e.	Valeur de $\frac{2\alpha}{\pi}$.
Fer	$\frac{5}{9}$ (Newton) ([2])	$\frac{50}{90}$ (Duguet) ([3])
Cuivre	0,6837 (Tammen) ([4])	$\frac{62}{90}$ (Hartmann) ([5])
Zinc	0,7010 (Tammen)	$\frac{65}{90}$ (Hartmann)
Verre	$\frac{15}{16}$ (Newton)	

» La valeur de α pour le verre n'a pas été mesurée exactement, mais elle doit être peu différente de 84°, valeur que donne l'équation (1), ainsi qu'on peut juger de l'inclinaison de sa cassure obtenue par compression.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXVIII, p. 520 et 738, t. CXXIII, p. 444 et 639.

([2]) THOMSON et TAIT, *Natural Philosophy,* t. I, p. 278; 1879.

([3]) Capitaine DUGUET, *Déformation des corps solides,* 2e Partie, p. 28; 1885.

([4]) TAMMEN, *Inaugural Dissertation,* p. 51. Leipzig, 1881.

([5]) *Revue d'Artillerie,* t. XLV, p. 105.

» La relation (1) n'est pas du reste en désaccord avec les propriétés connues de la matière. On admet, en effet, que l'action d'une force appliquée sur un corps se transmet, à l'intérieur de ce corps, au moyen de chocs des molécules qui le constituent. Si je considère deux molécules contiguës, immédiatement avant le commencement et après la fin d'une de leurs collisions, j'aurai identiquement, entre les vitesses de translation et angulaires de leurs centres de gravité,

$$\frac{v'_2 - v'_1}{v_1 - v_2} = \frac{\omega'_2 - \omega'_1}{\omega_1 - \omega_2},$$

les rayons de rotation étant supposés égaux. Le premier membre étant égal à $-e$, la vitesse angulaire relative, qui fut $-\frac{\pi}{2}$ avant le choc, serait $\alpha = \omega'_2 - \omega'_1$ et inférieure à $\frac{\pi}{2}$, si l'élasticité des molécules n'est pas parfaite, après la fin de la collision. Cette vitesse sera $\frac{\pi}{2}$ au commencement du choc suivant et devient égale à $-\alpha$, au moment où les deux molécules se séparent de nouveau. Dans les intervalles des chocs, une portion, égale à $1 - \frac{4\alpha^2}{\pi^2}$, de l'énergie cinétique se transformerait, sous l'action des molécules environnantes, en vibrations transversales. Il se produira, par conséquent, des vibrations formant, comme les lignes observées par M. Hartmann, les angles α, $-\alpha$, $\alpha - \frac{\pi}{2}$ et $\frac{\pi}{2} - \alpha$, avec la direction de l'effort.

» Il semble ainsi probable que chacune des vibrations, longitudinale et transversale, d'une molécule fait naître, chez les corps imparfaitement élastiques et dans la période des mouvements réversibles, deux espèces d'ondes : les unes longitudinales, les autres transversales. Ce seraient les premières dans le cas d'extension, les secondes dans le cas de compression, qui se tracent sur la surface du corps, à la suite des glissements qui se produisent entre les molécules qui le constituent, et au delà de sa limite élastique. »

MÉCANIQUE. — *Étude critique sur la théorie générale des mécanismes.* Note de M. G. **Kœnigs**.

« Le nombre sans cesse croissant des combinaisons mécaniques, la complication toujours plus grande des dispositifs que l'industrie met en jeu,

rendent aujourd'hui indispensables la coordination des résultats déjà acquis en la matière, ainsi que l'institution d'une doctrine générale, susceptible de guider le chercheur et de lui frayer, au moins dans une certaine mesure, la voie de l'invention. Si l'on se reporte à l'état de l'enseignement en France sur ce point de nos connaissances, on constate que l'on en est encore à la vieille classification de Monge, plus ou moins corrigée par les idées de Willis.

» La définition de Monge, d'après laquelle un mécanisme est un dispositif propre à transformer un mouvement dans un autre, est encore tout à fait courante. D'après cela, tout mécanisme donne lieu à la considération de deux mouvements : celui qui est donné et celui que le mécanisme sert à produire.

» On sait comment, en partant de ces deux mouvements, Monge et les savants de son école ont établi une classification célèbre, la première d'ailleurs qui ait été produite en la matière, car auparavant les Traités consacrés aux machines n'étaient que de simples nomenclatures ou énumérations descriptives, sans aucun souci de comparaison ni de coordination.

» Willis a très justement critiqué la classification de Monge. Il lui reproche de n'avoir égard qu'à un certain effet produit, et de se désintéresser tout à fait du *procédé* employé, en laissant de côté l'étude de la constitution intime du mécanisme. Aussi, le savant anglais, tout en reprenant, avec de judicieuses modifications, le point de vue de Monge, a-t-il bien soin d'introduire en même temps un autre ordre d'idées, dans lequel on voit intervenir la *nature des liaisons mises en jeu*. Par là, Willis s'est montré vraiment novateur. Mais il n'est pas lui-même à l'abri de la critique.

» C'est en effet surtout sur la nature du contact établi entre les couples de profils qui sont en prise que se porte son attention. Si ce contact comporte, par exemple, un roulement sans glissement, Willis placera le mécanisme dans une certaine catégorie. Dans une autre catégorie, au contraire, si le contact comporte un glissement. Malheureusement, tout mécanisme présente plusieurs couples de profils en contact : le caractère de chacun de ces contacts peut n'être pas le même, en sorte qu'un mécanisme se trouve appartenir à une catégorie ou bien à une autre, suivant que l'on s'arrête à la considération d'un contact ou à celle d'un autre. Ainsi la roue de la voiture forme *galet* avec le rail ou avec le sol, tandis qu'elle forme *glissière circulaire* avec l'essieu. Willis a donc, si l'on veut, classé les divers genres de contact que peuvent présenter les profils en prise, mais il

semble difficile de faire reposer sur cette considération une classification générale.

» L'ouvrage de Laboulaye a accentué encore les idées de Monge, en prétendant leur donner une base dogmatique et une justification *a priori*. Une tentative de ce genre a un intérêt historique réel; par son principe même, elle marque un pas en avant, puisqu'elle a pour objet de faire pénétrer la doctrine dans le domaine déductif. Il est à regretter que Laboulaye n'ait eu à appliquer son idée qu'à une doctrine aussi peu défendable.

» Bélanger a essayé de concilier Monge et Willis. M. Haton, dans son beau *Traité des mécanismes*, s'est franchement placé en dehors des idées de Monge et a adopté un point de vue analogue à celui de Willis.

» Deux idées préconçues ont pesé d'un poids très lourd sur l'œuvre des premiers cinématiciens. La première, c'est que la théorie des mécanismes devait revêtir la forme d'une classification. La seconde, c'est l'erreur qui, depuis Monge, consiste à ne voir dans un mécanisme qu'un moyen de transformer le mouvement.

» Classer de prime abord des êtres aussi complexes que le sont et peuvent le devenir les mécanismes eût dû, semble-t-il, apparaître comme chimérique *a priori*. C'est plutôt dans les idées générales qui président à leur constitution qu'il conviendrait de mettre de l'ordre et d'apporter l'esprit de coordination.

» Telle, en effet, a été l'idée de Reuleaux, dont je me propose d'analyser l'œuvre dans une prochaine Communication. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décharge disruptive dans des électrolytes.* Note de M. **K.-R. Johnson**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 15 avril (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 915; 1901), MM. André Broca et Turchini ont communiqué le résultat de leurs expériences sur des décharges disruptives dans des électrolytes et en ont tiré la conclusion que l'électrolyte se comporte à peu près comme un diélectrique.

» C'est précisément ce que j'avais annoncé dans un article signé par la rédaction des *Annalen der Physik*, le 24 février (t. V, p. 125; 1901). J'avais fondé cette conclusion, en partie, sur des expériences semblables,

publiées dans ces mêmes *Annalen* (t. III, p. 744; 1900); je me permets d'attirer l'attention sur ce fait et aussi d'ajouter au rapport de MM. Broca et Turchini une observation à laquelle j'ai attribué quelque importance, comme contraire à l'explication ordinaire des phénomènes électrolytiques d'une bobine d'induction.

» Dans les expériences citées ci-dessus, j'ai fait usage d'électrodes à la Wollaston, ce qui m'a permis de faire éclater les étincelles d'une électrode indépendamment de l'autre, la distance explosive étant fournie par le gaz dégagé autour de la pointe de platine et l'étincelle passant entre cette pointe et le fluide. Pour produire les décharges, j'ai employé une bobine d'induction, un transformateur de Tesla et, enfin, un résonateur de Blondlot. Dans ce dernier cas, la décharge est tout entière supprimée. En employant une bobine d'induction, j'ai observé que le dégagement des gaz, hydrogène et oxygène, provient seulement du courant induit à la rupture, mais que le courant induit à la fermeture n'exerce aucune action électrolytique visible, ce que l'on peut constater bien aisément en fermant et interrompant le circuit primaire à la main. Évidemment, les effets électrolytiques proviennent des oscillations dont le courant induit est accompagné, mais non pas d'une action alternative des deux courants induits.

» Il est difficile de décider si l'arrangement dont ont fait usage MM. Broca et Turchini diffère essentiellement de celui de mes expériences, mais la différence des résultats doit sans doute tenir à la fréquence effective; il faudrait rechercher si la longueur d'onde calculée par eux correspond à la fréquence effective, ou si les effets proviennent des oscillations (de la fréquence 10^3 environ), lesquelles accompagnent le courant induit à la rupture. »

ÉLECTRICITÉ. — *Capacité électrique du corps humain.* Note de M. **G. de Metz**, présentée par M. H. Poincaré.

« Cette question a été deux fois traitée devant l'Académie, par M. Bordier (1895) et par M. Dubois (1898), qui ont respectivement trouvé que le corps humain possède une capacité électrique égale à 0,0025 et à 0,1650 de microfarad. La différence des valeurs numériques, comme on le voit, est trop grande pour ne pas éveiller une défiance. On est surtout surpris de n'y pas voir une étude suivie d'une nouvelle question, qui présente un certain intérêt.

» J'ai eu l'honneur de faire, à ce sujet, un Rapport détaillé au Congrès international de Physique, réuni à Paris en 1900; je suis maintenant en mesure de communiquer à l'Académie mes conclusions définitives, grâce à de nouvelles recherches, faites dans cette direction.

» Le résultat de toutes mes recherches est que la capacité électrique du corps humain est beaucoup moindre que les valeurs assignées par MM. Bordier et Dubois. Sa grandeur n'étant que 0,00011 de microfarad, il fallait des moyens expérimentaux assez délicats pour la mesurer avec sûreté.

» La méthode que j'ai choisie est celle qu'on appelle *balistique*, au moyen de laquelle on évalue les capacités des condensateurs par leurs décharges respectives à travers un galvanomètre.

» Le microfarad-étalon avec ses subdivisions jusqu'à sa 0,001 partie, ainsi que le galvanomètre d'une très grande sensibilité, ont été construits par la maison Siemens-Halske et vérifiés par la Reichsanstalt, à Berlin. Outre ce microfarad-étalon à mica, j'ai commandé à M. Edelmann un condensateur sphérique à couche d'air, d'une capacité de 0,000122 de microfarad, pour les charges à hauts potentiels, le microfarad-étalon ne supportant pas plus de 150 volts de différence de potentiel. Pour charger ces condensateurs et les personnes soumises à l'expérience, j'avais à ma disposition 500 accumulateurs, associables à volonté. Avec ces moyens, les observations présentaient un caractère très régulier et décelaient facilement les millionièmes de microfarad, c'est-à-dire les fractions du centimètre en unités électrostatiques.

» Les mesures ont été effectuées sur une vingtaine de personnes, placées dans des conditions variées, pour faire ressortir l'influence des circonstances accompagnantes, telles que : le mode d'isolement, l'effet condensant des surfaces environnantes, le rôle de la pose : debout, accroupi, bras tendu, etc.

» L'ensemble de ces études m'a démontré qu'il serait illusoire d'assimiler la capacité électrique du corps humain à celle d'un conducteur de forme ellipsoïdale pour lui fixer d'avance une valeur théorique. L'homme nu ou entièrement vêtu en métal possède des capacités à peu près égales entre elles et sensiblement supérieures à la valeur calculée au moyen des formules connues. Il n'y a donc pas de faculté condensante, comme le supposait M. Bordier, mais on peut affirmer que :

» 1° Le corps humain se charge tout comme un conducteur métallique;

» 2° Sa capacité électrique reste constante, quand on change le voltage appliqué, de 100 à 1000 volts, entre les limites d'expériences;

» 3° Elle est exactement égale à la capacité électrique d'un conducteur métallique, de la même forme et des mêmes dimensions, et paraît être en rapport direct avec la taille et le volume de la personne;

» 4° Sa valeur absolue change avec les circonstances et la pose. Elle atteint sa valeur normale, lorsque la personne en question est bien isolée, au milieu d'une grande pièce, loin des surfaces conductrices.

» La capacité augmente très sensiblement aussitôt que l'individu se trouve entouré de surfaces métalliques.

» Le Tableau suivant donne un aperçu du phénomène étudié sur une même personne.

Tableau des capacités électriques d'une même personne, en centimètres.

Le mode d'isolement.	La pose. 1. Debout, pose normale.	2. Accroupi.	3. Debout, un bras au-dessus de la tête.
I. Au milieu de la chambre, sur un tabouret isolant couvert de paraffine (40^{mm})	$87^{cm},8$	$76^{cm},0$	$91^{cm},2$
I'. Au milieu de la chambre, sur le plancher couvert de même paraffine	133,4	126,7	140,2
II. Au milieu d'un cylindre fermé, en zinc, hauteur égale 212^{cm}, rayon égale 69^{cm}, sur le même tabouret couvert de paraffine (40^{mm})	113,2	101,4	125,0
II'. Au milieu du même cylindre, sur la paraffine (40^{mm})	153,7	147,0	165,0
II''. Au milieu du même cylindre, sur une feuille de caoutchouc (15^{mm})	180,7	140,2	185,8
III. Au milieu d'un cylindre pareil, mais plus étroit, rayon égale 34^{cm}, sur le tabouret couvert de paraffine (40^{mm})	179,0	190,7	190,7
III'. Au milieu du même cylindre, sur la paraffine (40^{mm})	217,9	241,5	228,0

» On voit donc qu'une même personne possède plusieurs capacités, suivant les circonstances où elle se trouve. Mais la capacité normale pour la pose donnée, étant toujours la plus petite, est par là même caractéristique pour chaque individu. L'ensemble de mes recherches me permet de lui assigner, en chiffres ronds, une valeur moyenne de 10^{cm}, ou de 0,00011 de microfarad. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la différence de potentiel et l'amortissement de l'étincelle électrique à caractère oscillatoire.* Note de M. F. **Beaulard**, présentée par M. Lippmann.

« En vue de recherches entreprises sur la dispersion électrique par la méthode de Graetz (déviation d'un ellipsoïde convenablement orienté dans un champ électrostatique alternatif) j'ai été amené, afin de déterminer la valeur efficace du champ, à étudier la différence de potentiel aux bornes d'un micromètre, entre les boules duquel éclate une étincelle ayant le caractère oscillatoire.

» J'ai utilisé, à cet effet, le dispositif suivant : des bornes d'une bobine d'induction partent deux fils parallèles A et B, de quelques mètres de longueur, dont les extrémités libres viennent aboutir respectivement aux deux plateaux d'un condensateur, tandis qu'un micromètre à étincelle (muni d'un vernier au $\frac{1}{10}$ de millimètre) placé en dérivation sur les deux fils permet de mesurer la distance explosive de l'étincelle. Un tube à vide, disposé perpendiculairement à la direction des fils, et mobile parallèlement à lui-même, permet de constater l'existence d'un champ électrostatique alternatif, pour des longueurs d'étincelles variables de $0^{cm},1$ à 1^{cm}.

» La mesure de la différence de potentiel se fait au moyen d'un électromètre absolu, analogue à celui utilisé jadis par M. Baile; cet appareil de mesures est constitué par un système de deux plateaux parallèles : l'un, à anneau de garde, est suspendu au fléau d'une balance sensible; l'autre peut être déplacé parallèlement à lui-même; la distance des deux plateaux est mesuré au $\frac{1}{10}$ de millimètre. On opère avec une surcharge de $0^{gr},05$; les plateaux, bien isolés, chargés alternativement à des potentiels égaux et de signes contraires, sont rapprochés l'un de l'autre jusqu'au moment où l'équilibre est détruit. Soit v la différence de potentiel déduite de l'application de la formule classique de l'électromètre; le Tableau suivant donne, pour des longueurs d'étincelles variables de $0^{cm},1$ à 1^{cm}, les valeurs de v et en même temps les différences de potentiel v' qui correspondent, d'après le travail de MM. Bichat et Blondlot, à la même distance explosive.

mm	v.	v'.	Différence
1...........	15,73	16,10	0,37
2...........	19,67	27,50	7,83
3...........	23,24	38,20	14,96

mm	v.	v'.	Différence.
4	27,00	47,70	20,70
5	30,85	56,30	25,45
6	34,71	64,90	30,19
7	40,48	71,60	31,12
8	48,12	77,00	28,88
9	70,32	81,60	11,28
10	80,43	84,70	4,27

» On voit que v est, pour de courtes étincelles, peu différent de v'; l'écart augmente ensuite, passe par un maximum, pour diminuer de nouveau, et v tend vers v' pour des longueurs d'étincelles d'environ 14^{mm}. Ce résultat me paraît facile à expliquer par l'amortissement plus ou moins rapide de l'excitateur mis en jeu.

» Supposons, avec M. Poincaré (*Les oscillations électriques*, p. 164), que le potentiel soit de la forme

$$V = B e^{-\alpha t} \cos \frac{2\pi}{T}(t+k).$$

» Pendant la première période, α étant petit, on a sensiblement

$$V = B \cos \frac{2\pi}{T}(t+k).$$

» La distance explosive, mesurée au micromètre, correspond au maximum de V; telle est la signification des nombres v'; celle de v est différente. Avec l'électromètre, l'attraction des plateaux étant proportionnelle, à chaque instant, au carré de la différence de potentiel, on mesure, au contraire, $\int v^2\,dt$, et v correspond, en définitive, à la racine carrée de la valeur de cette intégrale. La valeur de $\int v^2\,dt$, pendant *une période*, est [1]

$$B^2 e^{-2\alpha t_0} \int_{t_0}^{t_0+T} \cos^2 \frac{2\pi}{T}(t+k)\,dt$$

(t_0 désignant la valeur de t au début de la période), ou

$$\frac{T}{2} B^2 e^{-2\alpha t_0},$$

(1) Voir Poincaré, *Les oscillations électriques*, p. 164.

et l'intégrale totale $\int v^2\, dt$ a, par suite, la même valeur que la suivante

$$\int_0^\infty \frac{1}{2} B^2 e^{-2\alpha t}\, dt = \frac{B^2}{4\alpha}.$$

» Ainsi v^2, déterminé par l'électromètre absolu, correspond à la valeur $\frac{B^2}{4\alpha}$.

» On a donc, en définitive,

$$v^2 = \frac{B^2}{4\alpha} \quad \text{et} \quad v'^2 = B^2.$$

» On peut, par conséquent, déterminer α.

» On trouve les résultats suivants :

1^{mm}	$\alpha = 0,25$	6^{mm}	$\alpha = 0,87$
2	0,49	7	0,78
3	0,67	8	0,64
4	0,78	9	0,35
5	0,83	10	0,28

» Il résulte de ce Tableau que :

» L'amortissement, très notable pour une étincelle de 1^{mm}, diminue, passe par un minimum pour une distance explosive de 6^{mm}, pour augmenter ensuite et reprendre, au voisinage de 10^{mm}, la valeur qui correspond à une étincelle de 1^{mm}. Ceci peut s'expliquer de la façon suivante : pour une courte étincelle, il y a amortissement notable de l'énergie radiée, à cause de la haute température de l'étincelle; lorsque la longueur de l'étincelle croît, la température s'abaisse, mais pour des étincelles croissantes, l'énergie absorbée par le travail mécanique de l'étincelle croît, et l'amortissement, après avoir diminué, ne tarde pas à redevenir considérable.

» Il résulte, en définitive, de ce qui précède, que le système constitué par les fils A et B, le condensateur terminal et le micromètre à étincelle, constitue un excitateur à vibration pendulaire plus ou moins amortie, suivant la distance explosive de l'étincelle, c'est-à-dire suivant la température de l'étincelle et l'énergie mécanique correspondant au travail effectué par celle-ci. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la transmission des ondes hertziennes à travers les liquides conducteurs*. Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. Janssen.

« Au cours d'une série de recherches exécutées à l'observatoire de Meudon, j'ai étudié la transparence de divers liquides conducteurs pour les oscillations électromagnétiques.

» M. Bjerknes a montré, en 1893, que les ondes hertziennes ne pénètrent pas à l'intérieur des métaux au delà d'une couche superficielle extrêmement mince et dont l'épaisseur est de l'ordre du centième de millimètre. On pouvait se demander quelles sont, pour d'autres conducteurs, tels que les électrolytes, les épaisseurs maxima que peuvent traverser les oscillations hertziennes (¹).

» J'ai étudié à ce point de vue plusieurs liquides conducteurs :

» *a*. Acide sulfurique étendu, au maximum de conductibilité (369^{gr} par litre).

» *b*. Solution saturée de chlorure de sodium.

» *c*. Solution normale de chlorure de potassium ($74^{gr},55$ par litre).

» *d*. Solution de sulfate de magnésie au maximum de conductibilité (424^{gr} par litre).

» Le Tableau suivant donne les valeurs trouvées pour les épaisseurs maxima E que peuvent traverser les ondes; il indique en regard leurs conductibilités spécifiques $\frac{1}{R}$ (celle du mercure étant 10690).

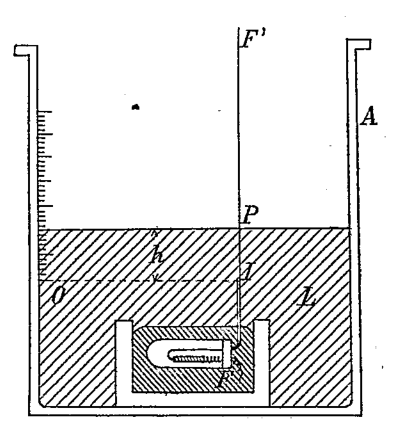
		E.	$\frac{1}{R}$.
		mm	
a.	SO^4H^2.........	5	0,73
b.	NaCl..........	18	0,21
c.	KCl...........	32	0,098
d.	SO^4Mg.........	41	0,049

» La méthode employée est la suivante :

» Un radioconducteur très sensible à limaille d'or est placé dans une éprouvette en verre fermée hermétiquement par un bouchon et maintenue au moyen de fil de fer au centre d'une masse de mercure contenue dans une cuve en bois; l'éprouvette ainsi plongée dans le mercure constitue une enceinte absolument opaque pour les ondes hertziennes.

(¹) M. Branly a montré en 1899 que, pour plusieurs électrolytes, une épaisseur de 20^{cm} arrête complètement les ondes; mais sa méthode ne lui a pas permis d'étudier ces liquides sous des épaisseurs différentes de 20^{cm}.

» Deux fils de cuivre de 1^{mm} reliés aux pôles du radioconducteur traversent le bouchon de l'éprouvette. L'un d'eux, F, qui est nu et court, vient plonger dans le mercure; l'autre, F', émerge verticalement d'environ $1^{m},20$ hors du mercure; il est parfaitement isolé dans son trajet à travers le mercure, et l'enveloppe isolante est enlevée à l'aide d'un canif à partir d'un point I situé à 1^{cm} environ au-dessus du niveau du mercure.



» De la sorte F' constitue une antenne qui peut conduire jusqu'au radioconducteur les oscillations électromagnétiques produites dans le voisinage. La cuve à mercure est placée dans un grand récipient cylindrique en verre A dans lequel on verse le liquide à étudier L. Les hauteurs h de ce liquide sont comptées à partir du point I, où cesse l'isolement du fil F', et une échelle millimétrique est collée à l'intérieur du récipient de façon que le zéro en soit dans le même plan horizontal que I.

» Dans ces conditions, si l'on produit dans le voisinage des oscillations hertziennes, elles tendent à se propager vers le radioconducteur en suivant la surface du fil F'; mais à partir du point P, où ce fil plonge dans le liquide, elles ont à vaincre l'absorption produite par une épaisseur h de celui-ci. En donnant à h des valeurs successivement décroissantes, on en trouve une à partir de laquelle la résistance du radioconducteur diminue sous l'influence des ondes hertziennes. Cette valeur correspond à $h = E$.

» La mesure des résistances était faite à l'aide d'un pont de Weathstone que l'on reliait d'une part à l'antenne et d'autre part au mercure de la cuve, de façon à intercaler le radioconducteur. On avait soin, avant chaque mesure, de retirer à l'aide d'une pipette tout le liquide L pour éliminer les forces électromotrices produites entre le mercure, les fils et l'électrolyte, et qui auraient pu fausser les indications du galvanomètre.

» Le générateur d'ondes employé dans ces expériences était un oscillateur de Righi à trois étincelles et intervalle d'huile actionné par une bobine de 15^{cm} d'étincelles et placé à 30^{cm} de l'antenne; l'étincelle oscillante éclate entre deux sphères de laiton de 13^{mm} de diamètre placées à 2^{mm} l'une de l'autre et soudées à deux tiges de 5^{mm} de diamètre et 17^{cm} de long dont l'autre extrémité porte deux autres sphères de 16^{mm} de diamètre; ce système est chargé par 2 sphères de 20^{mm} reliées à la bobine.

« J'ai trouvé que, dans ces conditions, l'intensité des ondes transmises au radiocon-

ducteur est sensiblement plus grande que lorsque l'oscillateur est placé à 5^{cm} du radioconducteur et celui-ci privé de son antenne.

» On donnait aux épaisseurs h des valeurs successives décroissant chaque fois de 1^{mm}, et pour chaque valeur de h on mesurait la résistance après trois, puis douze étincelles. Dans presque toutes les expériences la résistance du radioconducteur a diminué pour les valeurs de E données plus haut, avec trois étincelles seulement, alors que pour des épaisseurs supérieures de 1^{mm} seulement à ces valeurs douze étincelles ne produisaient aucune action sensible.

» Les valeurs de E du Tableau précédent sont les moyennes de plusieurs séries d'expériences faites avec chacun des liquides étudiés. Les résultats ont toujours été sensiblement concordants. Ils peuvent être considérés comme exacts à 1^{mm} près. Plusieurs expériences faites avec l'acide sulfurique au maximum de conductibilité dans les mêmes conditions, mais sans antenne, c'est-à-dire en coupant le fil F′ en I, m'ont donné pour E une valeur moyenne inférieure de 1^{mm} à celle donnée ci-dessus pour le même liquide, ce qui, tout en confirmant l'exactitude de la méthode employée, justifie l'emploi de l'antenne, dont le rôle est d'augmenter considérablement l'intensité des ondes qui pénètrent au point P dans le liquide. On peut donc considérer les valeurs de E données dans le Tableau ci-dessus comme correspondant à l'extrême limite de transparence pour les ondes hertziennes.

» Ces valeurs de E montrent que, pour les liquides étudiés, les épaisseurs maxima que peuvent traverser les ondes employées, c'est-à-dire *les transparences pour ces ondes, varient dans le même sens que les résistances, mais croissent moins vite que celles-ci.* »

PHYSICO-CHIMIE. — *Tension de vapeur des solutions. Hypothèse d'Arrhénius.* Note de M. A. PONSOT.

« On sait que l'action chimique qui se produit en vase clos entre Zn et H^2SO^4 étendu d'eau est arrêtée lorsque la pression de l'hydrogène atteint une valeur mesurable : il s'établit un équilibre chimique tel que, si la pression de l'hydrogène est augmentée, du zinc se précipite ; si, au contraire, on diminue la pression de l'hydrogène, du zinc passe en solution et une quantité équivalente d'acide disparaît pour former $ZnSO^4$. Ce n'est pas la simple pression mécanique qui agit, mais une concentration déterminée de l'hydrogène dissous dans la solution (TAMMAN et NERNST).

» On peut supposer que la pression P sur le zinc et la solution acide reste constante : la solution pourra néanmoins contenir une masse variable d'hydrogène si on la met en relation osmotique avec un vase où ce gaz existe seul sous une pression variable p. La masse d'hydrogène de la solution dépendra aussi du volume de cette solution et, par suite, de la masse e d'eau qu'elle renferme.

» L'équilibre chimique étant établi, e, P, T restant constants, si p décroît, l'équilibre chimique est déplacé : la concentration de l'hydrogène dissous diminue, ainsi que celle de H^2SO^4 libre; quand p devient infiniment petit, il en est de même de ces deux concentrations.

» P, T et p restant constants, et ce dernier étant fini, si l'on fait varier la masse e d'eau de la solution, l'équilibre est encore déplacé. En effet, si l'équilibre était indépendant de la dilution, dans un déplacement virtuel de l'équilibre (e, p, P, T constants), il n'y aurait ni dégagement, ni absorption de chaleur, ce qui n'a pas lieu dans les phénomènes de substitution : donc l'équilibre varie avec la dilution. Pour bien définir les systèmes en présence, soit a le nombre de molécules de H^2SO^4 mises en solution dans la masse e d'eau; m étant le nombre de molécules d'hydrogène produites dans l'action chimique est ainsi le nombre de molécules de $ZnSO^4$ qu'on peut retirer de la solution, $a-m$ est le nombre de molécules de H^2SO^4 qu'on appelle *libres*. On peut considérer e et m comme variables indépendantes et l'on n'a pas à s'occuper de ce qui se passe dans la dilution de $ZnSO^4$ et H^2SO^4.

» J'ai montré, dans ma dernière Note, que le système qui augmente dans la dilution diminue la tension de vapeur du dissolvant.

» Si l'on élève la température, l'équilibre est déplacé : le système qui s'accroît est celui dont la formation est accompagnée d'une absorption de chaleur; de plus, c'est le même système qui augmente dans la dilution. Zn déplaçant H^2 avec dégagement de chaleur, je conclus : 1° que le système $ZnSO^4 + H^2$ décroît dans la dilution et tend à disparaître quand la masse du dissolvant tend vers l'infini; 2° dans la suite des opérations élémentaires réelles et virtuelles de formation complète de ce système, la tension de vapeur croît, quelle que soit la dilution. Cette dernière conclusion est indépendante de la grandeur de p. La présence de Zn est sans influence; on peut donc conclure que la substitution à une masse donnée de H^2SO^4 d'une masse équivalente de $ZnSO^4$ élève la tension de vapeur du dissolvant.

» Cette expérience en suggère d'autres : substitution de Zn à Cu dans une solution aqueuse de $CuSO^4$; substitution de Br à Io dans une solution aqueuse de KIo. Cette dernière expérience peut être conçue ainsi : La solution aqueuse de KIo, sous une pression constante P, est séparée par une cloison, perméable à Br seul, d'une solution où ce métalloïde est sous une pression osmotique invariable p'; une deuxième cloison, perméable à Io seul, la sépare d'une solution où l'iode se trouve sous une pression osmo-

tique constante p. Une telle expérience est difficilement réalisable; mais elle est l'image physique de l'hypothèse mathématique qu'on peut faire que le potentiel thermodynamique de Br et celui de Io demeurent constants. On peut supposer p et p' aussi petits qu'on voudra. On conclura : La substitution, à une masse donnée de KIo en solution dans l'eau pure, d'une masse équivalente de KBr élève la tension de vapeur émise par la solution.

» Et, en général, *si, dans un dissolvant qui ne prend pas part à la réaction chimique, la substitution d'un corps* A *à un corps* B *dans le composé* BC *se produit avec dégagement de chaleur, la tension de vapeur du dissolvant est plus élevée quand il renferme une masse donnée de* AC *que quand il renferme une masse équivalente de* BC.

» Les nombreuses expériences de Tamman sur la tension de vapeur des solutions salines aqueuses, à 100°, apportent une vérification satisfaisante aux conclusions énoncées plus haut. Ce savant a tiré de ses résultats les remarques suivantes : 1° les substitutions successives de Br à Io, Cl à Br, Fl à Cl, en présence des métaux alcalins et alcalino-terreux, élèvent la tension de vapeur; 2° la tension de vapeur est également élevée quand à un radical Io, Br, CAzS, Cl, AzO^3, on unit successivement Li, Na, K, AzH^4, ou Mg, Ca, Sr, Ba. Les données thermochimiques montrent que cela est en rapport avec la chaleur dégagée dans la substitution des oxydes de ces métaux.

» II. Lorsque le dissolvant croît indéfiniment, on a vu que l'un des deux systèmes chimiques tend à remplacer l'autre entièrement. Si l'on suppose, comme dans ma Note précédente, que la solution est soumise à une pression variable P qui la met en équilibre avec le dissolvant sous une pression invariable p_1, on peut montrer que la formation entière d'un système, aux dépens de l'autre à une pression osmotique constante, se produit avec une variation du potentiel thermodynamique qui devient infinie avec la masse du dissolvant; ce qui exige que $(V_{BC} - V_{AC})_\pi$ tende vers l'infini et $\pi(V_{BC} - V_{AC})$ *vers une limite finie, positive.*

» On en déduit facilement que le *coefficient d'abaissement moléculaire limite* du point de congélation est plus petit pour le composé AC que pour le composé BC.

» Mes mesures cryoscopiques ([1]) m'ont donné pour abaissement moléculaire limite de KCl un nombre plus petit que celui de KBr : ce résultat, si contesté, est cependant en accord avec la conclusion ci-dessus.

» Quand on examine avec attention les résultats que les auteurs considèrent

([1]) *Recherches sur la congélation des dissolutions aqueuses étendues*, p. 105.

comme apportant une vérification très satisfaisante à l'hypothèse d'Arrhénius [1], on remarque facilement que ces résultats n'infirment pas les conclusions que je viens d'énoncer. Si je compare, par exemple, les coefficients d'abaissement moléculaire de KCl et de NaCl, je trouve entre eux les différences suivantes, toujours de même signe :

» 1° D'après Abegg, concentrations de 0,01 à 0,07 de molécule par litre : 0,6, 0,7, 0,5, 0,96, 0,8; moyenne 0,7; 2° d'après Loomis, de 0,01 à 0,40 molécule par litre : 0,74, 0,47, 0,4, 0,61, 0,86, 0,8; moyenne 0,68; 3° d'après Barnes, de 0,01 à 0,40 molécule par litre : 0,40, 0,32, 0,60, 0,57, 0,45, 0,41, 0,40; moyenne 0,45. Ces résultats semblent bien montrer que KCl et NaCl n'ont pas le même abaissement moléculaire limite.

» Si l'on admet la loi des modules pour les solutions salines, on peut la compléter par la suivante : *Un radical qui se substitue à un autre avec dégagement de chaleur a des modules cryoscopique, osmotique, tonométrique plus petits que ceux de cet autre.*

» Dans l'hypothèse d'Arrhénius, les modules des radicaux sont indépendants de leur nature. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Essai d'analyse immédiate du tissu nerveux.* Note de M. **N.-Alberto Barbieri**, présentée par M. Armand Gautier.

« L'encéphale frais de bœuf, débarrassé du sang et des enveloppes conjonctives, broyé et délayé dans le triple de son poids d'eau distillée, est exprimé à travers une toile jusqu'à former une émulsion fine et bien homogène. Cette émulsion est chauffée au bain-marie à 45°, pendant trente à quarante minutes. La liqueur refroidie est traitée par l'éther dans un flacon à robinet inférieur, de capacité suffisante. Il se forme, dans les vingt-quatre heures, deux couches bien distinctes : l'une supérieure (A), grisâtre, qui surnage; l'autre inférieure (B), blanchâtre, que l'on fait écouler par l'ouverture du bas du flacon. La couche supérieure (A) est épuisée dans le même vase par l'éther (C) jusqu'à ce que l'éther, décanté, reste incolore. On a ainsi trois groupes de substances bien distinctes, savoir : I, l'ensemble des corps solubles dans l'éther; II, l'ensemble des corps solubles dans l'eau éthérée; III, l'ensemble des corps insolubles dans les précédents véhicules neutres.

» On filtre I, on évapore l'éther et l'on saponifie légèrement le résidu par la potasse alcoolique. Le savon est repris par l'éther (*a*) qui laisse indissous un corps

(1) *On a diagram of freezing Point...*, by Prof. Maccregor.

brunâtre, très riche en soufre et en phosphore (nucléines?). On filtre, on évapore l'éther (a) et le savon est dissous dans l'eau distillée. Par filtration à la trompe, on sépare du savon dissous la cholestérine qui fond à 145°; elle se colore en rouge par l'acide sulfurique. La liqueur alcoolique faiblement acidifiée par l'acide chlorhydrique est additionnée de chlorure de sodium qui rend insolubles les acides gras que l'on isole par les méthodes connues. Les eaux mères rendues alcalines par la chaux cèdent à la distillation un corps aromatique, non défini, soluble dans l'alcool et l'éther, et qui se combine aux alcalis.

» D'autre part, les nucléines sont neutralisées et très faiblement acidifiées par l'HCl. Traitée par l'alcool bouillant, la matière devient molle, visqueuse et, sans se dissoudre, abandonne de la cérébrine. La liqueur acide qui a servi à neutraliser et à acidifier les nucléines rendues alcalines par la chaux est distillée, et le distillatum est complètement précipité par l'acétate de cuivre.

» Les substances II, traitées par l'alcool fort (100^{cc} par litre) et par le chlorure de sodium pur au $\frac{5}{100}$ à la température de 55°, donnent un précipité blanc floconneux d'une première globuline α. On filtre, et la liqueur trouble, additionnée d'une nouvelle quantité de chlorure de sodium au $\frac{1}{10}$, et à la température de 75°-80°, donne un précipité blanc, floconneux, d'une seconde globuline β. Ce deuxième précipité est moins abondant et moins riche en phosphore que le premier. On filtre, et le filtratum, au contact de la potasse pure, laisse à froid un faible précipité d'un corps albuminoïde (alcaliglobuline?). La liqueur alcaline filtrée est soumise à la distillation; par une méthode déjà indiquée [1] on sépare un chlorhydrate de ptomaïne, un corps aromatique, un corps intermédiaire entre la leucine et la butalmine et les acides gras volatils. Ces derniers me semblent être des produits normaux préexistants. On sèche séparément au bain-marie la globuline α et la globuline β, et séparément on les épuise par l'alcool bouillant qui enlève la cérébrine, les nucléines unies aux graisses, une matière colorante, un corps aromatique et un corps d'une odeur rappelant la saumure de poisson. Les globulines α et β, débarrassées par dialyse du chlorure de sodium, au contact successif des acides et des alcalis dilués, se dédoublent et laissent finalement un faible résidu.

» Les corps III sont séchés au bain-marie à 100° et épuisés par un excès d'alcool absolu bouillant. Il se sépare à froid la cérébrine en quantité, et un corps qui se dépose en gelée très réfringente, et qui gonfle dans l'eau et dans l'alcool, c'est l'homocérébrine. On évapore l'alcool, on sépare par faible saponification les graisses de la nucléine. Les autres corps du groupe III débarrassés d'alcool sont successivement épuisés, dans les appareils convenables, par le chloroforme et l'acétone. Le chloroforme évaporé laisse un résidu non azoté qui fond à 135°. L'acétone cède, après l'évaporation, un corps huileux et un autre corps cristallisable en aiguilles blanches dans l'alcool, fusible à 138°, rougissant au contact de l'acide sulfurique (érythro-cholestérine?)

» Après avoir chassé l'acétone, on fait bouillir le résidu de III pendant douze à dix-huit heures avec l'acide sulfurique faible ($\frac{5}{1000}$), on filtre, on neutralise par l'eau

---

(1) *Comptes rendus*, 30 juillet 1900.

de baryte, on sépare le sulfate barytique formé, et l'on précipite de la liqueur, par l'alcool fort, un corps albuminoïde (protéose?). Enfin, on fait bouillir presque à siccité avec une faible solution de soude au $\frac{5}{100}$, on traite la masse pâteuse par l'alcool qui enlève un ensemble de corps, basiques et autres, non définis et laisse un résidu formé en grande partie de kératine ([1]).

» Cette méthode emprunte à différents auteurs quelques-uns des procédés qu'elle met en œuvre. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la maturation cytoplasmique et sur le déterminisme de la parthénogenèse expérimentale.* Note de M. **Yves Delage**.

« I. *La maturation cytoplasmique.* — J'ai montré, dans mes recherches antérieures, qu'il existe pour l'œuf, à côté de la maturation nucléaire, que tout le monde connaît, une maturation cytoplasmique, non soupçonnée jusque-là, et non moins indispensable que la première.

» Mes expériences actuelles montrent que cette maturation est un phénomène tout aussi précis, tout aussi localisé dans le temps et dans l'évolution de l'œuf que la maturation nucléaire. C'est par le procédé d'investigation qui m'avait servi dans les expériences de mérogonie que je suis arrivé à le démontrer.

» Les œufs d'*Asterias glacialis* présentent cette particularité avantageuse que, quel que soit leur degré de maturité générale, ils sont toujours, dans l'ovaire, au stade d'ovocyte de premier ordre et pourvus de la vésicule germinative; et c'est seulement au contact de l'eau de mer qu'ils accomplissent, et cela en une heure ou deux, leur maturation spécifique, caractérisée par l'émission des globules polaires, qui les fait passer à l'état d'œufs fécondables.

» Les fragments anucléés d'œufs venant d'être placés dans l'eau de mer et possédant leur vésicule germinative intacte sont absolument infécondables; mais, dès que la membrane de la vésicule germinative a commencé à se détruire et a permis au suc nucléaire de diffuser dans le cytoplasme, celui-ci devient apte à être fécondé et à se développer.

» Le phénomène est très évident : dès que la vésicule a pris cet aspect froissé qui indique que la pression intravésiculaire est tombée, dès qu'elle montre ces bords estompés qui indiquent la disparition de la barrière

---

([1]) On peut employer cette méthode à l'étude de la moelle et des substances grise et blanche.

séparant le suc nucléaire du cytoplasme, les fragments anucléés sont très aisément fécondables, tandis que, quelques minutes auparavant, quand la membrane était intacte et la vésicule rigide, ils ne l'étaient absolument pas. Or, à ce moment, il n'y a encore aucun globule formé, aucune division des chromosomes n'est accomplie, et c'est à peine si le fuseau qui doit présider à la première division réductrice a eu le temps de se dessiner.

» Le déterminisme de la maturation cytoplasmique ne peut donc dépendre que de deux facteurs : soit peut-être une nouvelle orientation des substances produites par les fibres antipodes partant du pôle central du fuseau pour diverger dans le cytoplasme, soit plutôt la diffusion, dans le cytoplasme, du suc nucléaire, qui peut, selon sa constitution, modifier la teneur de celui-ci en eau et en sels, ou lui apporter des ferments spécifiques. Je ferai connaître prochainement les expériences entreprises pour vérifier ces deux hypothèses.

» II. *La personnalité des chromosomes.* — J'avais également, dans mes recherches antérieures, montré que les larves mérogoniques provenant d'un œuf possédant en tout $\frac{n}{2}$ chromosomes paternels arrivent à former, dans leurs cellules, n chromosomes, tout comme celles provenant d'un œuf fécondé pourvu de n chromosomes, dont $\frac{n}{2}$ maternels et $\frac{n}{2}$ paternels. J'ai constaté, dans mes expériences actuelles, que les larves de *Strongylocentrotus* obtenues par parthénogenèse expérimentale provenant d'œufs mûrs ayant émis leurs deux globules et possédant seulement $\frac{n}{2}$ chromosomes maternels, arrivent de même à former n chromosomes. Ainsi, dans tous les cas, le nombre n se rétablit par autorégulation; c'est une constante cellulaire spécifique, et la personnalité des chromosomes n'a rien de réel.

» III. *Déterminisme de la parthénogenèse expérimentale.* — Mes expériences de parthénogenèse expérimentale sur *Strongylocentrotus* et *Asterias* m'ont donné des résultats dont certains confirment les dernières opinions de Lœb, tandis que d'autres étendent ou modifient sa théorie :

» 1° L'hypertonicité des solutions est une condition adjuvante, mais non nécessaire.

» 2° Les sels divers ont une action spécifique indépendante de leur concentration moléculaire.

» 3° Les solutions électrolytiques capables de déterminer la parthénogenèse ne sont pas seulement celles des sels alcalins. Guidé par certaines inductions théoriques basées sur le rôle que Bertrand leur a trouvé

dans les ferments oxydants, j'ai eu l'idée d'essayer les sels de manganèse et ai constaté en eux une action spécifique beaucoup plus énergique que celle des sels alcalins.

» 4° La température peut, à elle seule, surtout appliquée brusquement à un certain stade critique dont il va être question, déterminer la parthénogenèse chez *Asterias*.

» 5° Les agents divers : température, hypertonicité, nature du sel, acidification très légère par HCl, ajoutent leurs actions.

» IV. *Le stade critique de la maturation.* — J'ai montré plus haut que le moment où la membrane germinative se détruit et laisse le suc nucléaire diffuser dans le cytoplasme était celui où la fécondation mérogonique devenait possible chez *Asterias*. Ce moment est un *stade critique* dans la parthénogenèse expérimentale, car les œufs traités par les agents appropriés, à ce moment précis, donnent un tant pour cent de larves notablement supérieur à celui des œufs traités plus tôt ou plus tard. C'est à ce moment que les œufs d'*Asterias* peuvent se développer parthénogénétiquement par simple immersion dans de l'eau de mer chauffée entre 30° et 35°. Les œufs d'*Asterias* ont une tendance à la parthénogenèse naturelle, qui, à Roscoff, se manifeste seulement par quelques segmentations et de *très rares* blastules. Les agents appropriés accentuent cette tendance et lui permettent de se réaliser sur un tant pour cent d'œufs beaucoup plus élevé (5 à 80 pour 100).

» L'action des agents de la parthénogenèse expérimentale ne doit être attribuée exclusivement ni à une soustraction d'eau, ni à un *catalyseur* (Lœb), accélérateur du développement. Elle n'est qu'une excitation banale qui peut être très variée dans sa nature (physique, chimique ou mixte) et produire cependant des résultats semblables, de même qu'un choc, une action chimique, une poussée de tension artérielle produisant sur la rétine une sensation lumineuse. L'œuf est un organisme en état d'équilibre instable entre deux tendances, l'une vers l'arrêt de développement, l'attente du spermatozoïde et la mort si celui-ci ne vient pas, l'autre vers le développement parthénogénétique. De ces deux tendances opposées, l'une l'emporte plus ou moins sur l'autre dans les conditions normales; mais la plus faible peut devenir la plus forte si l'on fait subir à ces conditions des modifications appropriées, qui peuvent être de natures très diverses. Le moment où le suc nucléaire diffuse dans le cytoplasme est un stade critique où la sensibilité de l'œuf aux agents est maxima.

» V. *La parthénogenèse et les globules polaires.* — Chez l'Oursin, et peut-

être exceptionnellement chez l'*Asterias*, la parthénogenèse expérimentale fait développer des œufs ayant émis leurs deux globules polaires, mais, pour la très grande majorité des œufs d'*Asterias*, les agents interviennent en inhibant la sortie du deuxième globule et plaçant ainsi l'œuf dans les conditions de la parthénogenèse naturelle.

» Prochainement paraîtra un Mémoire dans lequel on verra que les précautions prises écartent absolument toute possibilité de fécondation accidentelle dans mes expériences. »

PALÉONTOLOGIE. — *Goniatites carbonifères dans le Sahara.* Note de M. **Collot**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le terrain carbonifère a été signalé sur différents points du Sahara; mais, parmi les fossiles cités, manquent toujours les Céphalopodes, ces témoins si précieux pour la détermination de l'âge des couches. M. Viard, lieutenant au 1er bataillon d'Afrique, m'a adressé, au milieu de beaucoup d'objets de nature diverse, recueillis dans la région saharienne, quelques fossiles ramassés au pied de la montagne qui borde l'Oued Zousfana au Ksar el Azoudj; c'est au tiers du chemin de Figuig à Igli. Ces débris portent la patine lustrée des cailloux qui ont séjourné à la surface du sol sous ce climat sec, et qui ont été lavés par le sable que balaie le vent. Il y a des tiges de Crinoïdes, des Zaphrentis et quelques Goniatites. La présence de celles-ci est particulièrement intéressante.

» Un échantillon de 47^{mm} de diamètre sur 30^{mm} d'épaisseur, avec un ombilic de 8^{mm}, est en partie pourvu de son test orné de fines costules spirales, avec lesquelles de très fines lamelles d'accroissement nouent en réseau des mailles à peu près carrées. Les lignes d'accroissement sont presque droites, à peine dirigées en arrière du rayon sur les flancs, et forment sur la région externe un sinus très largement ouvert en avant. La chambre d'habitation, probablement incomplète, forme les trois quarts du dernier tour. Celui-ci porte trois varices internes parallèles aux lignes d'accroissement. Le bord des cloisons dessine une selle siphonale légèrement bilobée, une première selle latérale aiguë, une deuxième largement arrondie. Outre la pointe du lobe siphonal bifide, il y a de chaque côté un lobe latéral aigu plus profond sensiblement que le siphonal. Entre son sommet et celui de la première selle, la ligne forme une légère inflexion.

» Je rapporte cet échantillon à *Goniatites* (sens. str. in Haug) *striatus* Sow. sp. (Ammonites), *Min. conch.*, *Pl. LIII*, *fig.* 1.

» L'ombilic, grand comme celui de la figure de Sowerby, est, ainsi que

lui, abrupt et non en entonnoir évasé comme dans Phillips, *Yorkshire*, t. II, *Pl. XIX, fig.* 1. L'épaisseur de la coquille diminue moins rapidement de l'ombilic vers l'extérieur que dans la figure de Sowerby; la coquille, vue de face, est ainsi limitée par un arc moins surélevé, formant mieux le plein cintre. L'échantillon figuré par de Koninck sous le même nom, à la *fig.* 7, *Pl. XLIX*, de la *Description des Animaux fossiles du calc. carbonif. de la Belgique*, s'accroît plus rapidement que notre échantillon en épaisseur et en largeur, c'est-à-dire perpendiculairement et parallèlement au plan de symétrie. Par ce caractère, de même que par son ombilic plus large et par ses côtes plus étroites et séparées par des intervalles bien supérieurs à leur largeur, le fossile du Sahara se rapprocherait de l'*Amm. sphœricus* Mart. représenté par la *fig.* 6 de la même planche. Mais il s'en éloigne par sa forme bien moins globuleuse et par son lobe latéral prolongé plus loin que le lobe siphonal.

» L'échantillon ci-dessus est calcaire, brun à la surface, avec restes d'un schiste argileux verdâtre dans les ombilics. Un autre échantillon de même espèce et de même taille est cloisonné jusqu'à l'extrémité. Ses cloisons sont en oligiste et le remplissage est de barytine.

» Deux très petits échantillons de Goniatites en limonite, épigénie de pyrite, accompagnent les précédents. L'un à accroissement lent, à tours semi-circulaires dans la section, pourrait être un jeune de l'espèce précédente. Je rapporterais volontiers l'autre au *Prolecanites serpentinus* Phill. (*Yorkshire*, t. II, *Pl. XX, fig.* 48-50). Il a les tours à peine embrassants, à section en ellipse allongée dans le plan de la coquille, et ressemble au premier abord à quelque petit *Lytoceras*. La section est sensiblement plus aplatie que dans la *fig.* 49 de Phillips; le lobe externe a la forme d'une cloche ouverte en avant dans les deux, mais est plus étroit dans le nôtre; la première selle n'a que la longueur de la deuxième, tandis que dans la figure de Phillips l'inégalité est un peu moindre.

» Le *Goniatites striatus* et le *Prolecanites serpentinus* sont l'un et l'autre indiqués par M. Haug (¹), d'après L. de Koninck, comme caractéristiques du calcaire de Visé (Dinantien supérieur) à l'exclusion du Dinantien inférieur.

» La découverte de ces Goniatites ramènerait donc à un âge un peu plus récent que celui admis par M. Ficheur (²) les couches carbonifères du

(¹) *Étude sur les Goniatites* (*Mém. Soc. géol.*, p. 63; 1898).
(²) *Comptes rendus*, p. 288; 23 juillet 1900.

Sahara oranais, ou bien elle montrerait qu'il y a plusieurs niveaux, parmi lesquels celui qui a fourni nos Goniatites pourrait être contemporain des couches observées par Foureau dans le Tassili Adzjer. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Photomètre physiologique.* Note de M. **G.-M. Stanoiévitch**, présentée par M. Janssen.

« Dans les mesures photométriques, on compare une source lumineuse donnée à une autre source, prise comme unité, soit directement, soit en se servant d'une unité intermédiaire. Pour les travaux de laboratoire, ces mesures se font facilement et avec une précision suffisante. Mais, quand il s'agit de déterminer l'intensité de certaines sources lumineuses en dehors des laboratoires, dans les rues, par exemple, on rencontre dans ces mesures de grandes difficultés. Les étalons lumineux (lampe décimale, bougie, lampe Carcel) sont généralement des flammes qui exigent, entre autres conditions, une atmosphère complètement calme, ce qui est très rarement réalisé. Si l'on se sert de l'électricité pour lampe étalon, les difficultés ne sont pas moindres. Le mieux serait de se passer des étalons dans les mesures photométriques, ce qui peut être atteint en se servant du photomètre physiologique dont nous allons exposer la théorie.

» Nous partons du principe qu'une quantité d'énergie lumineuse minimum et constante est nécessaire pour produire l'impression lumineuse sur la rétine de l'observateur. Si l'on se trouve dans un espace complètement obscur, où l'on ne peut distinguer aucun objet en détail, il faudra une quantité d'énergie lumineuse déterminée pour pouvoir distinguer nettement un détail quelconque, un triangle ou un cercle, dessiné, par exemple, sur une feuille de papier. Il est évident que cette quantité minimum varie dans les limites de variation de l'équation personnelle de l'observateur, mais ces variations sont approximativement de même ordre que celles qui influent en général dans les mesures photométriques.

» Le photomètre rappelle par sa forme une petite lunette de 20^{cm}-25^{cm} de longueur et de 4^{cm}-5^{cm} de diamètre. D'un côté, un verre dépoli reçoit les rayons dont nous voulons évaluer l'intensité. A 4^{cm}-5^{cm} plus loin est fixé un diaphragme iris, dont on peut faire varier l'ouverture extérieurement à volonté; le tambour du diaphragme est divisé en millimètres. L'ouverture du diaphragme, éclairé par le verre dépoli, se trouve placé au foyer principal d'une lentille convexe, de sorte que les rayons sortant de la lentille

se propagent parallèlement. Une partie de ces rayons éclaire une petite ouverture ronde (de 4^{mm}-5^{mm}) pratiquée dans une plaque métallique mince, qui se trouve à quelques centimètres plus loin. Cette ouverture est observée de l'autre bout de l'appareil, à l'aide d'une loupe.

» On se sert de l'appareil de la façon suivante : on ferme presque complètement le diaphragme, de sorte qu'en regardant par la loupe on ne distingue rien du tout. L'œil une fois accoutumé à l'obscurité, on ouvre progressivement le diaphragme jusqu'à ce qu'on puisse distinguer nettement l'ouverture ronde; on note la division du tambour. En éloignant ou en rapprochant la source lumineuse, on ouvre ou l'on ferme davantage le diaphragme pour apercevoir distinctement la même ouverture. On vérifie de cette manière la loi des carrés des distances à l'aide d'une source lumineuse quelconque.

» Pour se servir de l'instrument dans la rue il faut préalablement le graduer. On place un étalon, la bougie décimale, par exemple, à une distance de 5^m. On note la division du tambour, où l'on aperçoit distinctement la surface ronde. On met ensuite à la même place une autre source lumineuse dont on connaît l'intensité, par exemple une lampe Carcel, et l'on note encore la division du tambour. En continuant cette opération avec d'autres intensités connues, on construit une courbe de variations de l'impression produite sur la rétine par des sources différentes, en prenant comme abscisses les divisions du tambour et comme ordonnées les intensités correspondantes.

» Une fois dans la rue, on aura simplement le soin de se placer à une distance de 5^m (si la graduation est faite pour cette distance) et d'observer l'apparition de la surface ronde éclairée par la source d'intensité inconnue. On notera la division du tambour et, avec ce chiffre comme abscisse, on trouvera immédiatement, à l'aide de la courbe, l'ordonnée correspondante, c'est-à-dire l'intensité de la source en bougies décimales. On conçoit que, dans une même soirée, on pourra déterminer l'intensité d'un nombre considérable des lampes.

» Pour éviter toute sorte d'erreurs, la plaque qui porte l'ouverture ronde peut tourner et présenter ainsi à l'œil successivement d'autres ouvertures de formes différentes, en forme de triangle, de carré, de croix, etc., toutes ces ouvertures ayant une même section absolue.

» Nous ajouterons, en terminant, qu'on trouvera peut-être au commencement quelques résultats incohérents; mais, une fois habitué à l'expérience, on détermine facilement les intensités des lampes, en plein air, avec une exactitude de 10 pour 100, ce qui est tout à fait suffisant pour ce genre de mesures. »

M. **Th. Tommasina** communique à l'Académie, par l'intermédiaire de M. *A. Cornu*, une Note dans laquelle il a décrit une expérience confirmant l'explication, proposée par M. A. Righi, d'un phénomène observé par MM. Hagenbach et Zehnder, à savoir l'extinction des étincelles du

résonateur des ondes hertziennes par une plaque métallique placée axialement.

M. A. Guépin adresse une nouvelle Note sur « La prostate et les réflexes urinaires ».

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 juillet 1901.

Congrès géologique international. Comptes rendus de la VIIIe session, en France, Ier et IIe fasc. Paris, Le Bigot. 1901; 2 vol. in-8°. (Présentés par M. Gaudry.)

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris. 1899, 5e partie, 287982 à 289005. Paris, Imprimerie Nationale, 1901; 1 vol. in-8°.

Congrès international de Météorologie, tenu à Paris du 10 *au* 16 *septembre* 1900. *Procès-verbaux sommaires*, par Alfred Angot. Paris, Imprimerie Nationale, 1901; 1 br. in-8°.

United States geological Survey, Charles-D. Walcott, director. *Twentieth annual Report,* 1898-1899; Parts III, IV and VII. Washington, Government printing Office, 1900; 3 vol. in-8°.

Observations critiques sur la réalité des espèces en nature au point de vue de la systématique des végétaux, par S. Belli. Turin, Charles Clausen, 1901; 1 br. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Les Moustiques, anatomie et biologie, par A. Daruty de Grandpré et D. d'Emmerez de Charmoy. Port-Louis, île Maurice; *The Planters and commercial Gazette,* 1900; 1 br. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

Preliminary Report on the cape nome gold region Alaska. Washington, Government printing Office, 1900; 1 br. in-8°.

The Kyoto imperial University Calendar (1900-1901). Kyoto, published by the University, 1901; 1 br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 AOUT 1901.

Société d'Histoire naturelle d'Autun. 12e bulletin, 1re et 2e parties, et 13e bulletin. Paris, Doin, 1899. 3 vol. in-8°. (Présentés par M. Albert Gaudry.)

Annuaire de la Marine pour 1901. Paris, Imprimerie Nationale, 1901; 1 vol. in-8°.

La Vie sur les hauts plateaux, par le prof. A. HERRERA et le Dr VERGARA LOPE. Mexico, J. Escalante, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage de la Société scientifique Antonio Alzate.)

Universidad central de España. Memoria del curso de 1899 *a* 1900 *y annuario del de* 1900 *a* 1901. Madrid, Imprenta colonial, 1901; 1 vol. in-8°.

United States Geological Survey. Twentieth annual Report 1898-99. Part. II et V avec cartes. Washington, Government printing Office, 1900; 2 vol. in-8°.

Monographs of the United States Geological Survey, vol. XXXIX et XL. Washington, Government printing Office, 1900; 2 vol. in-8°.

Bulletin of the United States Geological Survey, nos 163 à 176. Washington, Government printing Office, 1900; 14 br. in-8°.

Mémoires de l'Université impériale de la Nouvelle-Russie à Odessa, n° 83. Odessa, 1901; 1 vol. in-8°.

Le Vremennik. Publication du lycée Demidoff, nos 80, 81, 82, Iaroslav, 1901; 3 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, 8e série, vol. X, n° 8. Saint-Pétersbourg, 1900; 1 vol. in-4°.

Mémoires du Comité géologique, vol. XIII, n° 3. *Les mines d'or du district de Kotchkar dans l'Oural du Midi.* Eggers et Cie à Saint-Pétersbourg, 1900; 1 vol. in-4°.

Annales de l'observatoire physique central Nicolas, publiées par M. RYKATCHEW, année 1899, 1re et 2e parties. Saint-Pétersbourg, imprimerie de l'Académie impériale des Sciences, 1901; 2 vol. in-4°.

ERRATA.

(Tome CXXXII, Séance du 10 juin 1901.)

Note de M. *E. Vallier,* Sur les intégrales eulériennes incomplètes, etc. :

Page 1391, dernière ligne, et page 1392, deuxième ligne, *au lieu de* x^{u-i}, *lisez* x^{n-1}.

(T. CXXXIII, Séance du 22 juillet 1901.)

Note de M. *E. Vallier,* Sur la loi des pressions dans les bouches à feu :

Page 203, ligne 10, *au lieu de* r, *lisez* P_t.
Même page, ligne 11, *au lieu de* p_1, *lisez* P_1.
Même page, ligne 22, *au lieu de* L_1, *lisez* P_1.
Même page, ligne 25, *au lieu de* charge, *lisez* demi-charge.
Page 205, dernière ligne, *au lieu de* $y(n, x)$, *lisez* $\gamma(n, x)$.
Page 206, ligne 3, *au lieu de* n, *lisez* x.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 AOUT 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Un critère pour reconnaître les points singuliers de la branche uniforme d'une fonction monogène.* Note de M. G. MITTAG-LEFFLER.

« Désignons par $F(\alpha)$, $F^{(1)}(\alpha)$, ..., $F^{(\mu)}(\alpha)$, ..., une suite de constantes assujetties à la condition de Cauchy que la limite supérieure des valeurs limites

$$\left|\sqrt[\mu]{\frac{1}{\lfloor\mu} F^{(\mu)}(\alpha)}\right|$$

soit une quantité finie (¹). Désignons encore par A l'étoile principale de ces constantes (²).

» Dans ma troisième Note : *Sur la représentation analytique d'une branche uniforme d'une fonction monogène* (³), j'ai donné différentes expressions pour la branche $\mathrm{FA}(x)$, qui ont toutes la propriété que l'étoile est pour elles une étoile de convergence, c'est-à-dire que l'expression que je donne est uniformément convergente pour chaque domaine à l'intérieur de A, mais toujours divergente pour chaque point à l'extérieur de A. La question de savoir comment ces expressions se comportent sur la frontière même de A reste, au contraire, à élucider. On sait pourtant que les différents points de cette frontière que j'ai nommés les sommets de A sont tous des points singuliers de la branche $\mathrm{FA}(x)$.

» La recherche des singularités de la branche $\mathrm{FA}(x)$ et l'étude des expressions que j'ai obtenues pour $\mathrm{FA}(x)$ sur la frontière de A ont, par conséquent, le rapport le plus intime.

» Prenons l'expression suivante de $\mathrm{FA}(x)$ qui se trouve dans ma troisième Note

$$\mathrm{FA}(x) = \lim_{\alpha=0} \mathrm{S}_\alpha(x|\alpha),$$

$$\mathrm{S}_\alpha(x|\alpha) = \mathrm{F}(\alpha) + \sum_{\nu=1}^{\infty} \mathrm{G}_\alpha^{(\nu)}(x-a),$$

$$\mathrm{G}_\alpha^{(\nu)}(x-a) = \frac{r^{\nu-1} h_{\nu-1}^{(1)}(\beta)}{\underline{|1}\,\underline{|\nu-1}} \mathrm{F}^{(1)}(a) \frac{x-a}{\mathrm{H}} + \frac{r^{\nu-2} h_{\nu-2}^{(2)}(\beta)}{\underline{|2}\,\underline{|\nu-2}} \mathrm{F}^{(2)}(a) \left(\frac{x-a}{\mathrm{H}}\right)^2 + \ldots$$
$$+ \frac{r h_1^{(\nu-1)}(\beta)}{\underline{|\nu-1}\,\underline{|1}} \mathrm{F}^{(\nu-1)}(a) \left(\frac{x-a}{\mathrm{H}}\right) + \frac{1}{\underline{|\nu}} \mathrm{F}^{(\nu)}(a) \left(\frac{x-a}{\mathrm{H}}\right)^\nu,$$

$$\mathrm{H} = e^{\int_0^r \left[\left(\frac{1+u}{1-u}\right)^\beta - 1\right] \frac{du}{u}},$$

$$\beta = 1 - \alpha,$$

$$0 < \alpha \leqq 1,$$

$$0 < r < 1,$$

α et r désignant des quantités positives ayant ce rapport entre elles

---

(¹) Voir *Acta math.*, t. XXIII, p. 43.

(²) Voir, pour la définition de l'étoile principale, *Acta math.*, t. XXIII, p. 48, ainsi que t. XXIV, p. 200.

(³) *Acta math.*, t. XXIV.

que $\lim_{\alpha=0} r = 1$, et $h_{\nu-\mu}^{(\mu)}(\beta) \begin{pmatrix} \mu = 1, 2, & \ldots, \nu \\ \nu = 1, 2, 3, \ldots, \infty \end{pmatrix}$ étant des polynomes en β à coefficients positifs définis par l'égalité

$$e^{m\int_0^u \left[\left(\frac{1+u}{1-u}\right)^\beta - 1\right]\frac{du}{u}} = 1 + \frac{h_1^{(m)}(\beta)}{\lfloor 1} u + \frac{h_2^{(m)}(\beta)}{\lfloor 2} u^2 + \ldots + \frac{h_\alpha^{(m)}(\beta)}{\lfloor \alpha} u^\alpha + \ldots.$$

» On voit immédiatement, en s'appuyant sur les mêmes considérations par lesquelles j'ai obtenu cette expression, non seulement que la branche fonctionnelle $FA(x)$ embrasse le point x tant que, pour une valeur déterminée de α, l'inégalité (¹)

$$\lim_{\nu=\infty} \text{sup.} \left| \mathcal{G}_\alpha^{(\nu)}(x-a) \right| < 1$$

a lieu, mais encore que l'inégalité

$$\lim_{\nu=\infty} \text{sup.} \left| \mathcal{G}_\alpha^{(\nu)}(x-a) \right| < 1$$

aura toujours lieu pour des valeurs suffisamment petites de α tant que x appartient à $FA(x)$.

» On peut donc énoncer le théorème suivant :

» *Désignons par* ε *et* s *deux quantités positives quelconques plus petites que un. La condition nécessaire et suffisante pour que le point* x *soit un sommet de l'étoile* A *est que l'inégalité*

$$\left| \frac{r^{\nu-1} h_{\nu-1}^{(1)}(\beta)}{\lfloor 1 \lfloor \nu-1} F^{(1)}(a) \frac{x-a}{H} + \frac{r^{\nu-2} h_{\nu-2}^{(2)}(\beta)}{\lfloor 2 \lfloor \nu-2} F^{(2)}(a) \left(\frac{x-a}{H}\right)^2 + \ldots \right.$$
$$\left. + \frac{r h_1^{(\nu-1)}(\beta)}{\lfloor \nu-1 \lfloor 1} F^{(\nu-1)}(a) \left(\frac{x-a}{H}\right)^{\nu-1} + \frac{1}{\lfloor \nu} F^{(\nu)}(a) \left(\frac{x-a}{H}\right)^\nu \right| > (1-\varepsilon)^\nu$$

ait lieu indépendamment de α, *si petit que l'on ait pris* ε, *pour une infinité de valeurs de* ν, *tandis que l'inégalité*

$$\frac{r^{\nu-1} h_{\nu-1}^{(1)}(\beta)}{\lfloor 1 \lfloor \nu-1} F^{(1)}(a) \frac{(x-a)(1-s)}{H} + \frac{r^{\nu-2} h_{\nu-2}^{(2)}(\beta)}{\lfloor 2 \lfloor \nu-2} F^{(2)}(a) \left[\frac{(x-a)(1-s)}{H}\right]^2 + \ldots$$
$$+ \frac{r h_1^{(\nu-1)}(\beta)}{\lfloor \nu-1 \lfloor 1} F^{(\nu-1)}(a) \left[\frac{(x-a)(1-s)}{H}\right]^{\nu-1}$$
$$+ \frac{1}{\lfloor \nu} F^{(\nu)}(a) \left[\frac{(x-a)(1-s)}{H}\right]^\nu < (1-\varepsilon)^\nu,$$

(¹) Je désigne avec Cauchy par $\lim_{n=\infty} \text{sup.}\, u_n$ la limite supérieure des valeurs limites des u_n.

en prenant d'abord α *et puis* ε *suffisamment petits, ait toujours lieu pour des valeurs suffisamment grandes de* ν.

» Ce théorème, en élucidant comment l'expression

$$\lim_{\alpha=0} S_\alpha(x\,|\,a)$$

se comporte pour un sommet de A, donne en même temps un critère pour reconnaître un tel sommet. Je viens d'employer pour fonction génératrice ([1]) à l'expression $S_\alpha(x\,|\,a)$ la fonction

$$f(u\,|\,\alpha) = \frac{u}{v} e^{\int_v^u \left[\left(\frac{1+u}{1-u}\right)^\beta - 1\right]\frac{du}{u}},$$

ayant la propriété essentielle que le point u qui correspond à $v = 1$ n'est pas un point singulier de $f(u\,|\,\alpha)$. En employant d'autres fonctions génératrices ayant cette même propriété, on obtient évidemment de nouveaux critères de formes différentes.

» Un critère d'une forme bien simple se présente si l'on choisit pour $f(u\,|\,\alpha)$ la fonction génératrice de M. Fredholm ([2])

$$f(u\,|\,\alpha) = \frac{\mathrm{Log}[1-(1-\alpha)u]}{\mathrm{Log}\,\alpha}.$$

» Le critère devient alors :

» *Désignons par* Σ *et* S *deux quantités positives quelconques plus petites que un, et désignons par* $e_1^{(\nu)}, e_2^{(\nu)}, \ldots, e_{\nu-1}^{(\nu)}$ *des constantes définies par la formule*

$$\lambda(\lambda+1)(\lambda+2)\ldots(\lambda+\nu-1) = \lambda^\nu + e_1^{(\nu)}\lambda^{\nu-1} + \ldots + e_{\nu-1}^{(\nu)}\lambda.$$

» *La condition nécessaire et suffisante pour que* x *soit un sommet de l'étoile* A *est que l'inégalité*

$$\left| e_{\nu-1}^{(\nu)} F^{(1)}(a)\frac{x-a}{\log\frac{1}{\alpha}} + \ldots + e_1^{(\nu)} F^{(\nu-1)}(a)\left(\frac{x-a}{\log\frac{1}{\alpha}}\right)^{\nu-1} + F^{(\nu)}(a)\left(\frac{x-a}{\log\frac{1}{\alpha}}\right)^{\nu}\right| > \lfloor\nu \left(\frac{1-\varepsilon}{1-\alpha}\right)^\nu$$

ait lieu indépendamment de α, *si petit qu'on ait pris* ε *pour une infinité de va-*

([1]) *Acta math.*, t. XXIV, p. 219.

([2]) *Comptes rendus*, 25 mars 1901.

leurs de ν, *tandis que l'inégalité*

$$\left| e^{(\nu)}_{\nu-1} F^{(1)}(a) \frac{(x-a)(1-s)}{\log \frac{1}{\alpha}} + \ldots + e^{(\nu)}_{1} F^{(\nu-1)}(a) \left[\frac{(x-a)(1-s)}{\log \frac{1}{\alpha}} \right]^{\nu-1} + F^{(\nu)}(a) \left[\frac{(x-a)(1-s)}{\log \frac{1}{\alpha}} \right]^{\nu} \right| < \underline{|\nu} \left(\frac{1-\varepsilon}{1-\alpha} \right)^{\nu},$$

en prenant d'abord α *et puis* ε *suffisamment petits, ait toujours lieu pour des valeurs suffisamment grandes de* ν.

» Je me réserve de revenir en une autre occasion sur les différentes applications qu'on peut faire de mes théorèmes. Mais je ne dois pas finir cet article sans rappeler que M. Hadamard a donné, dans sa Thèse, un critère pour reconnaître si un point situé sur la circonférence du cercle des convergences de la série de Taylor

$$F(a) + \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{1}{\underline{|\nu}} F^{(\nu)}(a)(x-\alpha)^{\nu}$$

est un point singulier ou non, et que ce critère a été modifié après, d'une manière fort intéressante, par M. Lindelöf (1). »

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE. — *Sur la déformation infiniment petite d'un ellipsoïde élastique soumis à des efforts donnés sur la frontière.* Note de MM. **Eugène** et **François Cosserat**, présentée par M. Appell.

« Les problèmes les plus simples, relatifs à la déformation infiniment petite d'un ellipsoïde élastique dont la surface a pour équation

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} - 1 = 0,$$

conduisent à résoudre la question suivante : déterminer une série de nombres k_i et de déplacements (U_i, V_i, W_i) qui leur sont associés, vérifiant à l'intérieur de l'ellipsoïde les équations

$$(1) \qquad \Delta_2 U_i + k_i \frac{\partial \theta_i}{\partial x} = 0, \qquad \Delta_2 V_i + k_i \frac{\partial \theta_i}{\partial y} = 0, \qquad \Delta_2 W_i + k_i \frac{\partial \theta_i}{\partial z} = 0,$$

(1) *Remarques sur un principe général de la théorie des fonctions analytiques* (*Acta Societatis Scientiarum Fennicæ*, t. XXIV).

et à la frontière trois conditions telles que la suivante :

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} & h_1 U_i + h'_1\Big[(k_i - 1)\frac{x}{a^2}\Theta_i + 2\frac{x}{a^2}\frac{\partial U_i}{\partial x} \\ & \qquad + \frac{y}{b^2}\left(\frac{\partial V_i}{\partial x} + \frac{\partial U_i}{\partial y}\right) + \frac{z}{c^2}\left(\frac{\partial W_i}{\partial x} + \frac{\partial U_i}{\partial z}\right)\Big] = 0, \end{aligned}\right.$$

les h, h' étant des constantes données.

» Dans notre Note du 8 août 1898, nous avons déjà fait connaître que, dans le cas où les constantes h'_1, h'_2, h'_3 sont nulles, les fonctions U_i, V_i, W_i sont des polynomes entiers en x, y, z.

» *Il en est de même dans le cas général.*

» Si l'on exprime, en effet, que trois polynomes entiers U_i, V_i, W_i vérifient les équations (1) et les conditions à la frontière (2), on trouve, pour déterminer les coefficients de ces polynomes, un système d'équations linéaires et homogènes dont le nombre est égal à celui des coefficients; en annulant le déterminant de ce système, on a, pour déterminer le nombre k_i qui figure dans les équations (1) et (2), une équation algébrique entière; cette équation admet généralement la racine -1, comme on devait s'y attendre, et ses autres racines sont réelles et distinctes. On parvient facilement à cette conclusion qu'il existe un système de polynomes du premier degré, trois systèmes de polynomes du deuxième degré, cinq systèmes de polynomes du troisième degré, et, en général, $2n+1$ systèmes de polynomes de degré $n+1$ satisfaisant aux conditions indiquées plus haut et correspondant à des nombres k_i différents de -1.

» *Supposons que les constantes h_1, h_2, h_3 soient nulles, hypothèse qui répond au problème où les efforts sur la frontière de l'ellipsoïde sont donnés.*

» Voici, dans ce cas, les résultats relatifs aux polynomes des trois premiers degrés.

» Le système de polynomes du premier degré est

$$U = Ax, \qquad V = Ay, \qquad W = Az,$$

où A est une constante arbitraire, *et la valeur correspondante de k est $\frac{1}{3}$.*

» Les trois systèmes de polynomes du second degré sont donnés respectivement par trois systèmes de formules tels que le suivant :

$$U = A(x^2 - y^2 - z^2), \qquad V = 2Axy, \qquad W = 2Azx,$$

A étant une constante arbitraire; *les valeurs correspondantes de k sont encore égales à $\frac{1}{3}$.*

» Les cinq systèmes de polynomes du troisième degré se partagent en deux groupes.

» Un premier groupe contient la solution définie par les formules

$$U = Akxyz,$$

$$V = Az\left[-\frac{k}{2}x^2 - \frac{k-1}{4}\left(y^2 - \frac{1}{3}z^2\right) + \frac{k\left(x^2 - \frac{1}{3}z^2 + \frac{1}{2}c^2\right)}{c^2\left(\frac{3}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}\right)}\right],$$

$$W = Ay\left[-\frac{k}{2}x^2 - \frac{k-1}{4}\left(z^2 - \frac{1}{3}y^2\right) + \frac{k\left(x^2 - \frac{1}{3}y^2 + \frac{1}{2}b^2\right)}{b^2\left(\frac{3}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}\right)}\right],$$

et deux solutions analogues; les valeurs correspondantes de k sont données par trois formules telles que la suivante :

$$k = \frac{1}{3 + \frac{4a^2}{b^2c^2\left(\frac{3}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}\right)}}.$$

» Les solutions du second groupe ont des expressions trop longues pour figurer dans cette Note; nous observerons qu'elles conduisent immédiatement aux résultats particuliers obtenus par M. Chree (¹) en 1895, et nous nous bornerons à donner les indications suivantes. Posons

$$H_a = -\frac{8k}{3k-1}\frac{1}{a^4} + \frac{1}{a^2}\left(\frac{3}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}\right) - \frac{1}{b^2}\left(\frac{1}{a^2} + \frac{3}{b^2} + \frac{1}{c^2}\right) - \frac{1}{c^2}\left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{3}{c^2}\right),$$

avec des formules analogues pour H_b, H_c obtenues par permutation circulaire de a, b, c, et

$$K_a = \begin{vmatrix} \frac{1}{a^2} & \frac{1}{c^2}\left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{3}{c^2}\right) & \frac{1}{b^2}\left(\frac{1}{a^2} + \frac{3}{b^2} + \frac{1}{c^2}\right) \\ \frac{1}{b^2} & H_b & \frac{1}{a^2}\left(\frac{3}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}\right) \\ \frac{1}{c^2} & \frac{1}{a^2}\left(\frac{3}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}\right) & H_c \end{vmatrix}.$$

(¹) C. Chree, *The equilibrium of an isotropic elastic solid ellipsoïd under the action of normal surface forces of the second degree and bodily forces derived from a potential of the second degree* (*Quarterly Journal*, vol. XXVII, p. 338-353; 1895).

avec des formules analogues pour K_b, K_c obtenues également par permutation circulaire de a, b, c. Les valeurs de k correspondant aux solutions du second groupe sont les racines de l'équation du second degré

$$\frac{1}{a^2}\left(\frac{3}{a^2}+\frac{1}{b^2}+\frac{1}{c^2}\right)K_a+\frac{1}{b^2}\left(\frac{1}{a^2}+\frac{3}{b^2}+\frac{1}{c^2}\right)K_b+\frac{1}{c^2}\left(\frac{1}{a^2}+\frac{1}{b^2}+\frac{3}{c^2}\right)K_c=0.$$

Les six composantes de l'effort en un point de l'ellipsoïde sont données par des formules telles que les suivantes :

$$\mathfrak{N}_1=-A\left(\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}-1\right)\left[\frac{1}{b^2}(K_a+K_b-K_c)+\frac{1}{c^2}(K_a-K_b+K_c)\right]$$
$$-2A\frac{y^2}{b^4}(K_a+K_b-K_c)-2A\frac{z^2}{c^4}(K_a-K_b+K_c),$$
$$\mathfrak{T}_1=\frac{2A}{b^2c^2}(-K_a+K_b+K_c)yz.$$

» La méthode précédente suivant laquelle nous déterminons successivement les nombres k_i et les fonctions U_i, V_i, W_i qui leur sont associées, de façon à vérifier les (1) et les (2), conduit d'une manière naturelle, dans le cas de l'ellipsoïde, à la notion des données telles que la solution des équations de l'élasticité soit formée de trois fonctions rationnelles de ξ. Nous aurons prochainement l'occasion de montrer, dans le cas général, l'intérêt que peuvent présenter de telles données. »

ÉLASTICITÉ. — *Vérification de la relation qui existe entre l'angle caractéristique de la déformation des métaux et le coefficient de restitution de leur élasticité*. Note de M. G. GRAVARIS.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, j'ai été conduit à admettre comme probable que l'action d'un effort d'extension ou de compression fait naître, chez les corps imparfaitement élastiques, deux ondes longitudinales, non superposables, et deux autres transversales, également distinctes. Qu'il me soit permis de vérifier cette conclusion par les considérations suivantes :

» Le son se propageant le long d'un cylindre au moyen de vibrations longitudinales, la valeur A, mesurée directement, de sa vitesse de propagation, doit être à celle B, qu'on trouve par une des méthodes indirectes, comme $\sin\alpha$ à 1. Dans le cas des fluides, l'angle α a très approximative-

ment la valeur $\frac{\pi}{2}$, et les deux quantités A et B sont généralement égales. Dans le cas des solides, il n'existe que les mesures directes de Biot, lesquelles ont donné, pour un tuyau en fonte de fer et une température de 11°, l'équation

$$\frac{951,2}{V} - \frac{951,2}{A} = 2,5.$$

» Si, d'après les résultats obtenus par Regnault, on prend pour la vitesse de propagation du son dans l'air du tuyau $V = 338^m$, on tirerait de cette équation $A = 3029^m$. Le coefficient d'élasticité de la fonte n'est pas bien connu. La valeur la plus vraisemblable paraît en être 12×10^9, trouvée par Tredgold [1] au moyen d'expériences de flexion; celles-ci ont en effet donné, pour les coefficients d'élasticité du fer et de l'acier, des valeurs assez approchées de celles qu'ont fournies, pour ces derniers métaux, les expériences de Wertheim et celles de M. Amagat. Avec cette valeur et pour une densité de 7,4, on trouverait $B = 3999^m$. Par conséquent, $\alpha = 49°39'$: valeur probablement un peu trop faible, mais qui, vu l'incertitude des données numériques, peut être invoquée, je crois, à l'appui des considérations qui l'ont fait naître.

» D'après les mêmes considérations, l'imperfection de l'élasticité ne fait que décomposer la réaction élastique produite par la vibration d'une molécule, en une force de tension et une autre de pression, dont le rapport à leur résultante est respectivement égal à $\sin^2\alpha$ et $\cos^2\alpha$. Par conséquent, que le corps soit ou non parfaitement élastique, l'augmentation de l'unité de son volume, toutes choses égales d'ailleurs, doit être dans les deux cas la même. Comme, d'autre part, le coefficient de Poisson a la valeur $\frac{1}{4}$, pour un solide parfaitement élastique, j'aurai

$$(1') \qquad \mu \sin^2\alpha = \frac{1}{4}.$$

» J'ai comparé, dans le Tableau suivant, aux valeurs de μ trouvées expérimentalement par M. Amagat, celles que donne la relation (1') pour quatre substances dont la valeur de l'angle α est connue.

(1) Poncelet, *Introduction à la Mécanique industrielle*, p. 383; 1870.

Substance.	Valeur de l'angle α.	Valeur de μ calculée.	Valeur de μ trouvée par M. Amagat.
Verre..........	84°	0,2528	0,2451
Acier...........	63	0,3149	0,2686
Cuivre	62	0,3207	0,3270
Plomb..........	53	0,3920	0,4282

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la couleur des ions*. Note de M. G. VAILLANT, présentée par M. J. Violle.

« La théorie des ions, appliquée à la coloration des solutions, entraîne les conséquences évidentes suivantes :

» 1° Dans des solutions complètement dissociées, ne contenant qu'un ion coloré, la coloration est indépendante de la nature de l'autre ion;

» 2° Si, au contraire, l'ionisation est incomplète, la coloration varie avec la concentration et la nature de l'ion non coloré;

» 3° La coloration d'une solution de concentration quelconque doit, dans le cas le plus ordinaire, se relier à son degré de dissociation par une formule à deux modules, et deux seulement, caractérisant l'un la molécule complète, l'autre la molécule dissociée.

» Ce sont ces trois propositions qu'on s'est proposé de vérifier. Les mesures ont été faites au spectrophotomètre Gouy et sur les permanganates de K, Ba et Zn. La même cuve à absorption a servi à toutes les déterminations.

» 1° Si un faisceau homogène I_λ traverse une épaisseur l d'une solution complètement dissociée de permanganate renfermant n équivalents-grammes par litre, son intensité prend la valeur

$$i_\lambda = I_\lambda e^{-nla_\lambda},$$

a_λ étant un facteur caractéristique de l'ion MnO^4 et de la radiation λ, indépendant de la nature du permanganate considéré.

» L'équation précédente, qu'on peut écrire

$$\log i_\lambda = \log I_\lambda - nla_\lambda,$$

représente une droite en coordonnées $\log i_\lambda$ et n, à condition que l reste constant.

» Ce fait géométrique a été vérifié sur les quatre radiations

$$\lambda_1 = 0^\mu,570, \quad \lambda_2 = 0^\mu,551, \quad \lambda_3 = 0^\mu,535, \quad \lambda_4 = 0^\mu,521$$

d'après les résultats fournis par 18 solutions, 6 de chacun des trois permanganates, de concentrations comprises entre $\frac{1}{1500}$ et $\frac{1}{3000}$. Les écarts n'ont jamais dépassé la limite des erreurs photométriques, c'est-à-dire $\frac{1}{50}$ environ.

» Pour avoir avec plus de précision le coefficient angulaire des droites précédentes, et comme second mode de vérification, on a fait sur 6 solutions, 2 de chaque permanganate, de nouvelles mesures dont chacune représente la moyenne de 20 observations, et l'on a déterminé pour chacun des trois sels la valeur du quotient

$$q_\lambda = \frac{\log i'_\lambda - \log i_\lambda}{n - n'}.$$

» Dans cette nouvelle série de déterminations, les $\log i$ étaient obtenus à $\frac{1}{100}$ près, ce qui entraînait sur q une erreur relative de $\frac{1}{10}$ environ. Or les valeurs de q sont 3 à 3 égales à ce degré d'approximation, comme le montre le Tableau suivant :

		$Q\lambda_1$.	$Q\lambda_2$.	$Q\lambda_3$.	$Q\lambda_4$.
$MnO^4 - K$	K..............	1010	1630	1900	2100
	Ba $\frac{1}{2}$............	1090	1660	1900	2200
	Zn $\frac{1}{2}$............	1070	1650	1940	2180

» 2° Soient deux solutions d'un même permanganate, de même concentration n, l'une 1 complètement dissociée, l'autre 2 dont on a rendu l'ionisation incomplète en la mélangeant d'une quantité considérable du sulfate ou du nitrate de même cathion. En faisant traverser successivement au même faisceau I_λ ces deux solutions, sous la même épaisseur l, on devra avoir à la sortie

pour 1.......... $\log i_{1\lambda} = \log I_\lambda - nla_\lambda$
et pour 2........ $\log i_{2\lambda} = \log I_\lambda - nl[a_\lambda \delta + b_\lambda (1 - \delta)]$,

δ étant le degré de dissociation de 2, et b_λ un facteur caractéristique de λ et de la molécule de permanganate étudiée. De ces deux relations on tire

$$D_\lambda = \log i_{2\lambda} - \log i_{1\lambda} = nl(a - b)(1 - \delta).$$

» On a déterminé les valeurs de D_λ pour les quatre radiations

$$\lambda'_1 = 0^\mu,554, \quad \lambda'_2 = 0^\mu,546, \quad \lambda'_3 = 0^\mu,537, \quad \lambda'_4 = 0^\mu,530.$$

Ces valeurs sont restées faibles et, sauf pour $(MnO^4)Zn\frac{1}{2}$ de l'ordre des erreurs d'expérience. Elles n'acquièrent une certaine valeur de conclusion que par la constance de leur sens dans plusieurs séries de déterminations.

» Si l'on prend d'ailleurs pour unités les valeurs moyennes de $D\lambda'_2$, on trouve pour les valeurs moyennes de $D\lambda'_1$, $D\lambda'_3$, $D\lambda'_4$ les nombres suivants :

	$D\lambda'_1$.	$D\lambda'_2$.	$D\lambda'_3$.	$D\lambda'_4$.
K..............	— 0,4	1	0,6	0,6
Ba..............	+ 0,4	1	0,8	0,5
Zn..............	+ 0,2	1	0,9	0,6

qui semblent bien témoigner d'une différence de coloration entre les trois molécules de permanganates.

» 3° Si l'on fait varier l'état d'ionisation de la solution 2, en modifiant la quantité de sel étranger ajoutée, les quantités D relatives à diverses radiations doivent varier dans le même rapport.

» Les quantités D relatives aux sels étudiés sont trop faibles pour qu'on puisse faire cette dernière vérification d'une façon précise. Toutefois, en comparant, à une solution aqueuse 1 de $MnO^4Zn^{\frac{1}{2}}$, trois solutions 2, 3, 4 de même concentration et mélangées de quantités variables de sulfate, on a obtenu le résultat assez concluant suivant :

Solutions.....	2	3	4
$\frac{D\lambda'_2}{D\lambda'_3}$..........	1,10	1,11	1,11

CHIMIE. — *Sur la valeur des poids moléculaires à la température de l'ébullition.* Note de M. DE FORCRAND.

« J'ai énoncé, il y a quelques mois (¹), la loi générale suivante : *Dans tous les phénomènes physiques ou chimiques, la chaleur de solidification d'une molécule d'un gaz quelconque est proportionnelle à sa température (absolue) d'ébullition sous la pression atmosphérique.* Ce que l'on peut exprimer ainsi :

$$\frac{L+S}{T} = \frac{L+S+q}{T'} = K = 30$$

avec une erreur possible de $\frac{1}{15}$ en plus ou en moins.

» Je donnerai prochainement, pour le cas de l'ammoniac et des sels métalliques ammoniacaux, une démonstration précise de cette loi, qui

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 879.

n'est qu'une modification de celle de Trouton et de l'énoncé de M. Le Chatelier. La présente Note a seulement pour objet d'indiquer une des conséquences de cette relation générale.

» I. Remarquons en effet que, dans les formules précédentes, les termes L et S expriment (en petites calories) les chaleurs de liquéfaction et de solidification d'une molécule d'un gaz simple ou composé, en adoptant pour ce gaz le poids moléculaire généralement admis.

» Mais en réalité l'expérience donne seulement ces chaleurs de liquéfaction et de solidification pour l'unité de poids. Soient l et s ces quantités rapportées à 1^{gr} de matière. On aura :

$$\frac{(l+s)M}{T} = 30,$$

M étant le poids moléculaire supposé inconnu. De là, un moyen de calculer (lorsqu'il est incertain) le poids moléculaire à la température T.

» II. *Applications*. — Il est évident que, pour les quatorze corps simples ou composés qui m'ont servi à établir la relation générale, on trouvera pour M des nombres qui concordent à $\frac{1}{15}$ près avec les valeurs ordinaires. Je citerai seulement le brome, l'acide acétique et l'iode.

» Pour le brome

$$l+s = 60^{cal}, \qquad T = 332^{o},$$
$$M = \frac{332 \times 30}{60} = 166 \qquad \text{soit} \qquad Br^{2,07}.$$

» Pour l'acide acétique

$$l+s = 120^{cal},9, \qquad M = 97,02 \qquad \text{soit} \qquad (C^2H^4O^2)^{1,64},$$

ce qui est bien la condensation admise d'après la densité de vapeur. Aussi, pour obtenir $\frac{L+S}{T} = 30$, j'avais dû corriger la valeur de L d'après la densité de vapeur, comme Trouton l'avait fait avant moi pour établir sa relation.

» Pour l'iode, on ne trouve un rapport voisin de 30 qu'en admettant que la chaleur de volatilisation, 6083^{cal}, déterminée par Favre et Silbermann, est beaucoup trop faible, et la portant à 9000^{cal} comme le propose M. Berthelot dans sa *Thermochimie*.

» Cherchons cependant, en admettant une relation générale, quel poids moléculaire on obtiendrait pour l'iode en conservant la donnée expéri-

mentale 6083^{cal}. On a

$$l + s = 35^{cal},35, \qquad M = 381,04 \qquad \text{soit} \qquad I^3.$$

» Or, les plus récentes déterminations du poids moléculaire de l'iode à température relativement basse, notamment celles de MM. Oddo et Serra (ébullioscopie dans CCl^5), ont donné des valeurs comprises entre I^2 et I^4 suivant la concentration. Il ne me paraît donc pas absolument nécessaire de rejeter le nombre de Favre et Silbermann.

» Examinons maintenant d'autres corps simples ou composés (¹) :

» *Mercure :* $L + S = 15960^{cal}$, $l + s = 79^{cal},80$,
$M = 237^{cal}$ soit $Hg^{1,18}$;

même en tenant compte de l'incertitude de $\frac{1}{15}$ que comporte ma relation, on aurait encore au moins $M = 220$, soit $Hg^{1,1}$. Le mercure, au *point d'ébullition normal* (+ 357° C.), ne serait donc pas formé uniquement par des molécules monoatomiques.

» *Soufre.* — Ce cas est particulièrement intéressant, à cause de ce que l'on sait déjà sur la polymérisation de cet élément.

$L + S = 5200^{cal}$ pour 64^{gr}, $l + s = 81^{cal},25$ pour 1^{gr}

d'où

$M = 266,1$ soit $S^{8,31}$

ou plus exactement, en tenant compte de l'incertitude de $\frac{1}{15}$: de $S^{7,76}$ à $S^{8,86}$.

» Or ces nombres sont tout à fait d'accord avec les plus récents travaux sur la condensation du soufre. Ainsi à 468° M. Biltz a trouvé, par la densité de vapeur, $S^{7,2}$, d'autres auteurs S^8, par ébullioscopie et cryoscopie l'on a obtenu plusieurs fois S^8 et S^9.

» *Acide azotique :* $L + S = 7850^{cal}$ pour 63^{gr}, $l + s = 124^{cal},5$ pour 1^{gr},

d'où

$M = 86,44$ soit $(AzO^3H)^{1,37}$;

la molécule serait donc en partie condensée au point d'ébullition, mais à un degré moindre que l'acide acétique.

» *Anhydride azotique.* — Ce cas est tout à fait spécial. On a en effet :

$$L = 4840^{cal}, \qquad S = 8280^{cal}, \qquad L + S = 13120^{cal} \text{ pour } 108^{gr};$$

par conséquent $l + s = 121^{cal},5$ pour 1^{gr}, d'où $M = 79,75$, soit (Az^2O^5) 0,74.

(¹) Il n'existe qu'un très petit nombre de corps pour lesquels on connaît $l + s$. Je n'ai pu en découvrir qu'une vingtaine.

» Le poids de la molécule ne serait donc que les trois quarts du poids normal 108. Cependant les détails que donne M. Berthelot dans son Mémoire (1) ne permettent pas de supposer une décomposition de Az^2O^5 en $2\,AzO^2 + O$ pendant la volatilisation, comme il serait naturel de le penser. D'ailleurs ce n'est pas la valeur de L qui paraît exagérée, mais bien celle de S. Celle-ci est presque le double de la première, tandis que, pour tous les autres corps, S est plus petit que L. Il faut donc admettre que la solidification de Az^2O^5 liquide est accompagnée d'un phénomène anormal très exothermique, sans doute une polymérisation.

» A part ce dernier exemple, tout à fait particulier, on voit, par l'accord qui existe entre les résultats obtenus et les données déjà publiées, que la relation que j'ai énoncée permet de calculer M à la température T, résultat que les méthodes actuelles ne peuvent atteindre.

» J'étudierai prochainement le cas de certains composés dissociables, et aussi le problème inverse : détermination de $l+s$ lorsque l'on connaît M. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure de benzoyle sur le trioxyméthylène, en présence de chlorure de zinc.* Note de M. **Marcel Descudé.**

« Dans une précédente Communication (2), j'ai montré que le chlorure de zinc facilite considérablement l'union du chlorure d'acétyle avec les aldéhydes méthylique et éthylique.

» Etudiant ensuite l'action du chlorure de benzoyle sur le trioxyméthylène, j'ai signalé la formation d'un composé répondant à la formule $C^{14}H^{12}O^4$. J'ai reconnu, depuis, que cette formule est inexacte et doit être remplacée par la suivante : $C^{15}H^{12}O^4$, qui représente la composition du *dibenzoate de méthylène*

$$\left.\begin{matrix} C^5H^5 - COO \\ C^6H^5 - COO \end{matrix}\right\rangle CH^2$$

» J'ai donc été amené à essayer de combiner directement l'anhydride benzoïque et le méthanal.

» Dans ce but, j'ai chauffé un mélange de trioxyméthylène et d'anhydride benzoïque ; ce dernier se liquéfie, tandis que le trioxyméthylène reste inattaqué ; mais si l'on vient à introduire une petite quantité de chlorure de zinc et qu'on continue à

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. VI, p. 172.

(2) *Comptes rendus*, 24 juin 1901.

chauffer, on voit le trioxyméthylène se dissoudre peu à peu. Par le refroidissement, le tout cristallise, et, si l'on reprend la masse par une *petite quantité* d'alcool bouillant, il se dépose, après filtration et refroidissement, des cristaux identiques, comme composition, à ceux qui ont été décrits plus haut.

» Je me suis, dès lors, attaché à préparer une quantité suffisante de ce produit pour étudier ses propriétés.

» En distillant sous la pression ordinaire, on n'obtient que très peu de dibenzoate de méthylène. Il en est tout autrement si l'on opère sous pression réduite. Ayant dissous 15gr de trioxyméthylène dans 55gr de chlorure de benzoyle, j'ai opéré la distillation sous une pression de 2cm de mercure. Le thermomètre s'est fixé à 118°, tandis qu'une certaine quantité d'un liquide incolore passait à la distillation. Le thermomètre s'étant mis ensuite à baisser, j'ai laissé refroidir le contenu du ballon distillatoire, qui s'est bientôt pris en une masse de cristaux presque exclusivement formés de dibenzoate de méthylène (30gr).

» Quant au chlorobenzoate de méthylène, je n'ai pas pu l'isoler à l'état de pureté. Toutefois il est bien certain que c'est le composé qui prend d'abord naissance, ainsi que l'indiquait récemment M. Louis Henry, et il est très probable que c'est grâce à une réaction secondaire, attribuable à la présence de l'eau, que se forme le dibenzoate :

$$\begin{matrix} C^6H^5 - CO\,O \\ Cl \end{matrix}\!\!>\!CH^2 + C^6H^5 - CO\,OH = H\,Cl + \begin{matrix} C^6H^5 - CO\,O \\ C^6H^5 - CO\,O \end{matrix}\!\!>\!CH^2.$$

» J'ai effectué cette même réaction directement, en chauffant ensemble un mélange de trioxyméthylène, de chlorure de benzoyle et de benzoate de potassium, avec un peu de chlorure de zinc, et j'ai obtenu une assez forte proportion de dibenzoate.

» *Propriétés du dibenzoate de méthylène.* — C'est un corps remarquable par la facilité avec laquelle il cristallise, par évaporation lente de ses solutions, et en particulier de sa solution dans l'éther. On peut ainsi obtenir de très gros cristaux incolores, limpides et dérivant d'un prisme *clinorhombique*. Les arêtes sont presque normales aux bases, ce qui m'avait fait croire d'abord au système *orthorhombique*, comme je le signalais, *à tort*, dernièrement :

Angle de la base avec les faces ...	94°38′ 85°22′
Angles des faces entre elles ...	49°29′ 130°31′

» Presque toujours on distingue de nombreuses facettes sur les arêtes et sur les angles; cependant j'ai pu obtenir un prisme sans troncatures appréciables et mesurant 3cm de longueur, sur 1cm,5 de largeur.

» Ce corps est très biréfringent. En outre il est biaxe.

» *Solubilité.* — Elle a été déterminée dans les principaux dissolvants et voici les nombres approximatifs que j'ai obtenus pour la quantité de corps dissous dans 100gr de dissolvant à la température de 24° :

Eau.	Alcool absolu.	Éther anhydre.	Acétone.	Benzène.
0	2,5	8	18	27

» *Fusion.* — Ce corps fond à 99°, en un liquide limpide, incolore, qui entre en ébullition vers 255° en se décomposant très légèrement. Mais si l'on élève la température, la décomposition devient assez rapide et du trioxyméthylène se condense sur les parois froides.

» Au bout d'un certain temps de chauffe, le produit ne se solidifie plus par le refroidissement; on a alors un liquide distillant au-dessus de 300°, que je n'ai pas encore analysé et qui, traité par l'acide azotique, se transforme en acide benzoïque.

» *Densité.* — Elle a pour valeur 1,275 à 22°.

» Quant à l'étude des propriétés chimiques, je l'ai à peine commencée. Je signalerai seulement la grande résistance qu'offre ce corps aux divers réactifs, même les plus énergiques, me réservant de poursuivre cette étude et d'en faire connaître les résultats ultérieurement. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Méthode électro-sonore pour combattre la grêle.* Note de M. G.-M. **Stanoiéwitch**, présentée par M. Janssen. (Extrait.)

« Il paraît démontré que les perturbations de l'état moléculaire d'un nuage à grêle, produites par une ou plusieurs ondulations, peuvent empêcher la formation de la grêle. Ces perturbations sont produites par des tores gazeux, envoyés dans le nuage par des tirs de canons grandinifuges. D'après les recherches de MM. Pernter, Directeur de l'Observatoire météorologique de Vienne, et Trabert (¹), la hauteur du projectile gazeux, dans les cas les plus favorables, ne dépasserait pas 400^m.

» Il s'ensuit que le dérangement de l'état d'équilibre dans le nuage peut être produit quand la hauteur du nuage ne dépasse pas 400^m ou 500^m et que, dans les cas où les nuages à grêle sont plus élevés, l'action du tir est plus ou moins sans résultat. Par ce fait, entre autres, on peut expliquer les résultats contradictoires présentés au Congrès de Padoue, les 25 et 27 novembre 1900. En effet, dans le cas des orages d'une violence exceptionnelle, les nuages à grêle, venant de loin, sont ordinairement très élevés et le tir ne peut avoir sur eux qu'une action très faible ou nulle.

» Le tore gazeux, envoyé de la surface de la terre, arrive dans le nuage quand il est déjà presque au bout de ses forces, et ses effets ne peuvent pas être considérables, au moins dans beaucoup de cas. Il nous semble préférable de provoquer une forte vibration aérienne dans les hauteurs, de

(¹) Pernter et Trabert, *Untersuchungen über das Wetterschiessen.* Vienne, 1900.

placer la source qui produit les perturbations dans le sein même du nuage ou à peu près. Pour cela, il faudrait attacher, soit à un cerf-volant (semblable à ceux qui sont employés dans la météorologie moderne pour le sondage de l'air), soit à un petit ballon captif, une forte sonnerie ou sirène électrique, à son grave ou aigu, et produire dans le nuage lui-même des vibrations aériennes beaucoup plus fortes que celles qui sont apportées par les tores. En pouvant changer à volonté la hauteur du ballon, on se placera toujours dans les meilleures conditions. Le ballon ou cerf-volant sera attaché par un fil d'acier, accompagné de deux fils de cuivre ou d'aluminium isolés, qui conduiront le courant d'une batterie placée sur le sol. On pourra aussi faire monter la batterie, si la force ascensionnelle du ballon est assez grande.... »

M. E. Vial, M. A. Girard, M. Ch. Sibillot adressent diverses Communications relatives à l'aviation et aux aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats, Commission qui se compose de MM. Faye, Cornu, Marey, Deprez, Léauté.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 aout 1901.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers. Cinquième série. Tome III, année 1900, Angers, Lachèse et Cie, 1901; 1 vol. in-8°.

Results of Meridian observations made at the Royal Observatory, Cape of Good Hope 1866 *to* 1870. Direction of sir Thomas Maclear. Edinburgh, printed for Her Majesty's stationery Office by Neill and Company, limited, 1900; 1 vol. in-8°.

Catalogue of 1905 *stars for the equinox* 1865.0 *from observations made at the Royal Observatory, Cape of Good Hope* 1861 *to* 1870. London, printed for Her Majesty's stationery Office, 1899; 1 vol. in-8°.

American Journal of Mathematics; edited by Frank Morley. Vol. XXIII, number 2. Baltimore, The Johns Hopkins Press, 1901; 1 vol. in-4°.

Annals of the Royal Observatory, Cape of Good Hope. Vol. VIII, part II. Edinburgh, printed for Her Majesty's stationery Office, 1900; 1 vol. in-4°.

A descriptive Catalogue of the Indian Deep-Sea, crustacea decapoda, macrura and anomala, in the Indian Museum, by A. Alcock. Calcutta, printed by order of the Trustees of the Indian Museum, 1901; 1 vol. in-4°.

Astronomical, magnetical and meteorological observations made at the Royal Observatory, Greenwich, 1898. Direction of W.-H.-M. Christie. Edinburgh, by Neill and C° limited, 1900; 1 vol. in-4°.

Annales of the Cape Observatory. Vol. V, by Neill and C° limited, 1900; 1 vol. in-4°.

Second ten-year Catalogue of 6892 *stars for* 1890.0, *Royal Observatory, Greenwich.* Edinburgh, by Neill and C° limited, 1900; 1 vol. in-4°.

Spectroscopic and photographic results, Royal Observatory, Greenwich, 1898. Edinburgh, by Neill and C° limited, 1899; 1 vol. in-4°.

The University of Missouri Studies; edited by Frank Thilly. *Contributions to a psychological theory of music,* by Max Meyer. Vol. I, number 1. Published by the University of Missouri, 1901; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 AOUT 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime comme il suit :

« J'ai la douloureuse mission de vous annoncer la mort de deux membres de l'Académie des Sciences, l'amiral *de Jonquières*, décédé le 12 août, à Monans-Sartoux, près Grasse, et le baron *de Nordenskiöld*, décédé le 12 août 1901, dans sa propriété de Dalbyœ, province de Sudermanie (Suède).

» L'amiral faisait partie de notre Compagnie depuis 1863 ; il avait remplacé Breguet comme Membre libre.

» Suivant la voie tracée par Chasles, ses travaux en Géométrie avaient depuis longtemps fait connaître son nom au monde savant. La haute situa-

tion qu'il occupait dans la marine, les services qu'il y avait rendus, le désignèrent aux suffrages de nos Confrères, et, une fois élu, chacun put se rendre compte que l'Académie se complétait d'un érudit distingué qui bientôt ne compta parmi nous que des amis.

» Messieurs, le nom de Nordenskiöld est connu de tous les géographes comme synonyme de grandes conceptions scientifiques et de ténacité dans l'exécution des programmes qu'il s'était tracés. Il a montré dans plusieurs voyages que l'homme animé d'une foi scientifique pouvait affronter des périls, supporter des épreuves qu'*a priori* l'on devait juger insurmontables. Au Spitzberg, en Nouvelle-Zemble, il eut à lutter contre des difficultés de tout ordre qu'il surmonta victorieusement, et enfin, avec la *Vega*, il fit le tour de l'Asie russe, tentative essayée infructueusement pendant deux siècles. Il a été créé Baron par le roi de Suède et Commandeur de la Légion d'honneur en France. Notre Académie le nomma Associé étranger en 1893. Nordenskiöld est mort relativement jeune et en pleine gloire. »

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *Des rapports du psoriasis avec la neurasthénie. Traitement par les injections d'orchitine.* Mémoire de M. **F. Bouffé** (1). (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Par plus de deux cents observations, recueillies au cours de ces huit dernières années, sur des malades que j'ai suivis régulièrement pendant trois à six mois, j'ai pu démontrer la supériorité de l'orchitine dans la cure du psoriasis. Je désire soumettre aujourd'hui à l'Académie quelques observations confirmatives de ma méthode appliquée au traitement de certaines affections nerveuses dont le psoriasis n'est qu'une manifestation, comme j'en ai apporté la preuve en 1898 (2), preuve caractérisée à l'analyse des urines par une *différence en moins* dans les rapports de l'acide phosphorique à l'azote total, dont le chiffre normal 18 pour 100 tombe à 3, 4, 6 pour 100, et présente une ligne urographique s'élevant seulement à 15, 14, 13, et descendant même à 12 pour 100 dans la neurasthénie, comme je l'ai observé dans un grand nombre de cas.

---

(1) Cette Communication a été lue dans la séance du 12 août.

(2) Voir *De la diminution de l'activité nerveuse dans le Psoriasis, le Cancer et la Lèpre*. Académie de Médecine, 2 août 1898.

» Qu'il s'agisse du psoriasis ou de la neurasthénie, l'observation permet d'établir que ces affections présentent des symptômes communs aux manifestations nerveuses : démangeaisons dans un cas, douleurs articulaires ou musculaires, chaleur à la peau précédant ou accompagnant l'éruption cutanée dans le psoriasis, alors que les phénomènes neurasthéniques se traduisent par les formules suivantes : dépression générale, inappétence fonctionnelle, cérébrale ou organique, douleurs caractéristiques symptomatiques à la tête ou à la nuque, le long du rachis; hyper ou hypo-acidité des urines; enfin tous ces symptômes accompagnés de la chute de la ligne de l'acide phosphorique, qui impriment au psoriasis comme à la neurasthénie leur caractère nerveux.

» L'observation ne peut non plus se refuser à classer la neurasthénie à côté du psoriasis, dont les symptômes trophonévrotiques relèvent du grand sympathique, alors que la neurasthénie est plus directement sous la dépendance des troubles du système nerveux central, sans en exclure toute participation du grand sympathique.

» Il résulte de mes recherches que, en dehors de ce symptôme si important, la chute de la ligne urographique de l'acide phosphorique, il existe en outre, dans le psoriasis, une toxémie, liée aux troubles du système nerveux et qui se traduit par une *leucocytose* prononcée, portant sur les cellules éosinophiles augmentées dans le derme et dans le sang où, de 4 pour 100, chiffre normal, leur nombre peut s'élever à 14 et 16 pour 100, dans la grande majorité des cas.

» *Observation I.* — M. X..., âgé de 32 ans, fils de mère arthritique, sujette aux migraines, lymptomatico-nerveux, légèrement obèse, a présenté de légères douleurs articulaires depuis l'âge de 17 à 18 ans. Il présente du psoriasis généralisé *guttuta* et est neurasthénique en même temps. Ligne urographique : 14 pour 100.

» Dès les premières injections, une sédation nerveuse très nette apparaît; les plaques psoriasiques, sous l'influence progressive des injections, pâlissent d'abord pour disparaître graduellement au bout de trois mois et demi de traitement.

» En même temps, l'état général s'étant relevé, les facultés intellectuelles se réveillant, M. X... est aujourd'hui débarrassé de ses deux affections.

» *Observation II.* — M. X..., 56 ans, fils de père arthritique et neurasthénique et de mère qui a toujours été très nerveuse et a eu la danse de Saint-Guy dans son enfance, est neurasthénique. Ligne urographique : 12 pour 100.

» Après avoir essayé tous les moyens, il vient me demander de lui pratiquer des injections d'orchitine.

» Après quatre à cinq mois de traitement à des doses variant entre 8^{cc} et 12^{cc} d'orchitine trois fois par semaine, l'état de M. X... se transforma complètement.

» Nous pourrions multiplier ces exemples. Nous ajouterons seulement que nous avons pu constater les effets de notre méthode dans 11 nouveaux cas de psoriasis sur 13 depuis l'année dernière, où nous avons publié notre troisième série de cas de psoriasis; dans 7 cas d'eczéma sur 7; dans 4 cas d'ichtyose sur 6 (un des malades, âgé de 7 ans, ayant suspendu son traitement après une rougeole, à la suite de laquelle le traitement n'a pas été repris); enfin, dans 8 cas de neurasthénie sur 11. Soit, au total, 30 cas favorablement traités sur 35, ce qui donne une moyenne de 88 pour 100.

» *Conclusions.* — 1° Le psoriasis est une trophonévrose ayant son siège dans les centres nerveux et notamment dans le grand sympathique.

» 2° Le psoriasis présente une grande analogie d'origine avec la neurasthénie, qui est surtout une conséquence des troubles du système nerveux cérébro-spinal.

» 3° Dans le psoriasis, de même que dans la neurasthénie, il existe constamment une diminution de l'activité nerveuse, caractérisée par une chute de la ligne urographique de l'acide phosphorique, laquelle peut descendre à 15, 14 et même 12 pour 100. Le psoriasis est une maladie *éosinophilique*.

» 4° Le traitement de choix, qui découle de l'observation de la neurasthénie et du psoriasis, doit consister dans l'envigoration sans stimulation du système nerveux par les injections d'orchitine, dont l'action élective s'exerce tant sur le système nerveux cérébro-spinal que sur le grand sympathique.

» 5° La dose d'orchitine par injection est en moyenne de 10^{cc} à 12^{cc}, 3 fois la semaine. Elle doit, dans certains cas, être plus élevée.

» 6° La durée du traitement varie entre trois et cinq à six mois, selon les cas, leur ancienneté, l'état moral du malade, ses tares héréditaires. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Stéphanidès*, imprimée en langue grecque, et relative aux eaux potables chez les Anciens.

BALISTIQUE. — *Sur un problème de d'Alembert.* Note de M. F. Siacci [1].

« Aux cas d'intégrabilité de l'équation

$$(a)\qquad \frac{du}{u} - (\rho + \sin\theta)\frac{d\theta}{\cos\theta} = 0$$

on peut ajouter les deux suivants :

» Le premier est

$$(1)\qquad \rho = Au\sqrt{2c + u^2} + B(c + u^2).$$

En introduisant la variable z liée à u et à θ par la relation

$$2c + u^2 = u^2 z^2 (Bc - \sin\theta)^2,$$

l'équation (a) se réduit à

$$\frac{z\,dz}{z^2(B^2c^2 - 1) + 2Acz + 1} + \frac{d\theta}{\cos\theta(Bc - \sin\theta)} = 0,$$

où les variables sont séparées, et les intégrations partielles, en outre, ne contiennent que des fonctions élémentaires.

» L'autre cas s'obtient en multipliant (a) par

$$(1 - \sin\theta)^\alpha (1 + \sin\theta)^\beta (y + \sin\theta)^{\alpha - \beta},$$

et en soumettant ce multiplicateur à la condition d'être un facteur intégrant de (a), α et β étant des constantes quelconques mais différentes, et y une fonction de u. On obtient ainsi deux équations différentielles entre ρ, u, y, lesquelles intégrées donnent

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} \rho &= 1 + \frac{(y+1)^\beta}{(y-1)^\alpha}\left[\gamma + 2\beta\int\frac{(y-1)^\alpha}{(y+1)^{\beta+1}}\right], \\ Cu^2 &= \frac{e^{2\int\frac{\rho\,dy}{y^2-1}}}{y^2-1}. \end{aligned}\right.$$

L'élimination de y donnerait ρ en fonction de u, avec quatre constantes arbitraires α, β, γ, C. Mais cette élimination n'est point nécessaire. Il con-

---

[1] *Comptes rendus* du 13 mai 1901.

vient, au contraire, pour l'intégration de (a), d'exprimer ρ et u en fonction de y.

» Le cas (1) pour $A = 0$ se réduit à $\rho = B(c + u^2)$, qui a été traité par Legendre (¹). Il rentre dans le cas de d'Alembert, $\rho = au^n + b$, mais Legendre ne cite pas ce grand géomètre, quoiqu'il cite Bernoulli pour le cas $\rho = au^n$. Jacobi a traité le cas $\rho = au^n + b$, comme une généralisation du cas de Legendre; il cite, lui aussi, Bernoulli, mais non pas d'Alembert (²). »

MÉCANIQUE. — *Sur un point critique particulier de la solution des équations de l'élasticité, dans le cas où les efforts sur la frontière sont donnés.* Note de MM. **Eugène** et **François Cosserat**, présentée par M. Appell.

« Si nous envisageons comme des fonctions du paramètre ξ, les intégrales du système

$$(1) \qquad \Delta_2 u + \xi \frac{\partial\theta}{\partial x} = 0, \qquad \Delta_2 v + \xi \frac{\partial\theta}{\partial y} = 0, \qquad \Delta_2 w + \xi \frac{\partial\theta}{\partial z} = 0,$$

pour lesquelles les quotients par la constante μ de Lamé des efforts sur la frontière d'un domaine clos sont donnés, de nombreux problèmes très simples se posent.

» Peut-il arriver que ces fonctions soient indépendantes de ξ? La question revient à se demander si les efforts sur la frontière peuvent être choisis de façon à avoir $\theta = 0$; elle a été rencontrée par Barré de Saint-Venant dans son Mémoire *Sur la torsion des prismes*, et depuis par M. Olof Josephson dans le cas où la frontière est une surface de révolution.

» Nous reviendrons plus tard sur ce premier problème, et nous insisterons surtout ici sur la seconde question suivante. Nous avons montré que, dans les problèmes de la sphère, de l'enveloppe sphérique, de l'ellipsoïde à trois axes inégaux, la solution des équations (1), lorsque les efforts sur la frontière sont donnés, possédait le pôle $\xi = \frac{1}{3}$, et que les résidus correspondants étaient définis par la formule

$$(2) \qquad U = a_0 x + \tfrac{1}{2} a_1 (x^2 - y^2 - z^2) + b_1 xy + c_1 zx,$$

(¹) Legendre, *Dissertation sur la question de balistique, etc.* Paris, p. 91; 1846.
(²) Jacobi, *Gesammelte Werke,* Band IV, p. 287.

et par deux formules analogues pour V et W obtenues par permutation circulaire de a_1, b_1, c_1, et de x, y, z; a_0, a_1, b_1, c_1 étant quatre constantes. Il importe de remarquer que, *pour la valeur* $\xi = \frac{1}{3}$, *il existe, dans le cas d'un corps limité par une surface fermée quelconque, des fonctions qui vérifient les équations* (1) *et qui annulent l'effort sur la frontière; ce sont précisément les fonctions précédentes* U, V, W.

» Ceci nous amène à la notion de l'effort sur la frontière pour lequel la solution des équations de l'élasticité est uniforme avec le pôle unique $\xi = \frac{1}{3}$, et se présente sous la forme :

$$(3)\qquad u = u_0 + \frac{\frac{1}{3}\xi}{\xi - \frac{1}{3}}\mathrm{U},\qquad v = v_0 + \frac{\frac{1}{3}\xi}{\xi - \frac{1}{3}}\mathrm{V},\qquad w = w_0 + \frac{\frac{1}{3}\xi}{\xi - \frac{1}{3}}\mathrm{W},$$

où U, V, W sont définies par les formules (2) et où u_0, v_0, w_0 sont trois autres fonctions de x, y, z.

» Nous pouvons énoncer la proposition suivante :

» F, G, H *étant les composantes, divisées par la constante* μ *de Lamé, d'un tel effort sur l'élément de la frontière dont la normale extérieure a pour direction* N *et pour cosinus directeurs* l, m, n, *on a :*

$$(4)\qquad \mathrm{F} = -l\theta_0 + \frac{\partial u_0}{\partial \mathrm{N}} + l\frac{\partial u_0}{\partial x} + m\frac{\partial v_0}{\partial x} + n\frac{\partial w_0}{\partial x},$$

et deux formules analogues, en désignant par (u_0, v_0, w_0) *un déplacement dont les composantes sont trois fonctions harmoniques et pour lequel la dilatation cubique a la forme simple*

$$(5)\qquad \theta_0 = -(a_0 + a_1 x + b_1 y + c_1 z).$$

» La plupart des solutions classiques prennent la forme (3).

» Laissons de côté les solutions relatives à la sphère et à l'enveloppe sphérique qui ont fait l'objet de nos Notes antérieures, et envisageons d'abord les deux problèmes suivants traités par Lamé dans ses *Leçons sur la théorie de l'élasticité*.

» 1° Soit un corps quelconque soumis, sur toute sa surface, à un effort normal constant. La solution des équations (1) s'obtient en faisant dans les formules (3)

$$u_0 = -\tfrac{1}{3}a_0 x,\qquad v_0 = -\tfrac{1}{3}a_0 y,\qquad w_0 = -\tfrac{1}{3}a_0 z,\qquad a_1 = b_1 = c_1 = 0.$$

» 2° Soit un corps limité par deux cylindres de révolution concentriques de rayons r_0, r_1 et par deux plans perpendiculaires à l'axe de révolution choisi pour axe des z, soumis sur les surfaces cylindriques r_0, r_1 à des

efforts normaux constants $-\frac{1}{\mu}P_0$, $-\frac{1}{\mu}P_1$, et sur chacune des bases à un effort normal $\frac{1}{\mu}F$, nous avons aussi une solution de la forme (3), où

$$u_0 = \frac{1}{2}\frac{P_1 r_1^2 - P_0 r_0^2}{r_1^2 - r_0^2}x + \frac{1}{2}\frac{P_1 - P_0}{\frac{1}{r_1^2} - \frac{1}{r_0^2}}\frac{\partial}{\partial x}\log r - \frac{1}{2}Fx,$$

$$v_0 = \frac{1}{2}\frac{P_1 r_1^2 - P_0 r_0^2}{r_1^2 - r_0^2}y + \frac{1}{2}\frac{P_1 - P_0}{\frac{1}{r_1^2} - \frac{1}{r_0^2}}\frac{\partial}{\partial y}\log r - \frac{1}{2}Fy,$$

$$w_0 = \frac{P_1 r_1^2 - P_0 r_0^2}{r_1^2 - r_0^2}z,$$

$$a_0 = -2\frac{P_1 r_1^2 - P_0 r_0^2}{r_1^2 - r_0^2} + F, \qquad a_1 = b_1 = c_1 = 0.$$

» Considérons maintenant la partie de la solution du *problème de Barré de Saint-Venant* qui est relative à l'extension longitudinale et à la flexion uniforme d'un cylindre droit à section transversale quelconque. Si nous prenons l'axe des z parallèle aux génératrices du cylindre, nous avons encore une fois une solution de la forme (3) où

$$u_0 = -\tfrac{1}{2}a_0 x + \tfrac{1}{4}a_1(y^2 - x^2), \qquad v_0 = -\tfrac{1}{2}a_0 y - \tfrac{1}{2}a_1 xy,$$
$$w_0 = 0, \qquad b_1 = c_1 = 0.$$

» Les indications précédentes permettent, on le voit, de grouper sous un point de vue unique des solutions que Lamé et Barré de Saint-Venant ont obtenues sous des formes et par des voies très différentes.

» Elles peuvent s'étendre au cas où les seconds membres des équations (1), au lieu d'être nuls, sont des fonctions données X, Y, Z de x, y, z.

» *La solution sera encore de la forme* (3) *si l'on a les formules* (4) *et* (5) *et si* u_0, v_0, w_0, *au lieu d'être harmoniques, ont leurs paramètres différentiels du second ordre respectivement égaux à* X, Y, Z.

» Un exemple très simple relatif à cette dernière proposition est le suivant : un corps élastique pesant, immergé dans un liquide parfait de même densité soumis à une pression extérieure donnée, subit une déformation définie par les formules (3); en choisissant convenablement les axes, nous avons

$$u_0 = -\tfrac{1}{3}a_0 x - \tfrac{1}{6}a_1(x^2 - y^2 - z^2), \qquad v_0 = -\tfrac{1}{3}a_0 y - \tfrac{1}{3}a_1 xy,$$
$$w_0 = -\tfrac{1}{3}a_0 z - \tfrac{1}{3}a_1 zx, \qquad b_1 = c_1 = 0. \text{ »}$$

MÉCANIQUE. — *Sur les principes généraux des mécanismes* (1).
Note de M. G. Kœnigs.

« Reuleaux a su échapper à la préoccupation de ses devanciers, d'instituer *a priori* une classification générale. Pour lui, si une telle classification est possible, elle ne saurait résulter que d'une étude préalable approfondie. C'est cette étude qu'il se propose, avec l'espoir d'arriver à dégager et à mettre en lumière des principes généraux qui se trouvent mis en œuvre dans tout mécanisme. Il entrevoit comme but suprême la constitution d'une doctrine déductive, car, dit-il expressément, *la théorie des machines doit être fondée sur la déduction*. Armé d'une telle méthode, on peut espérer devenir assez maître du sujet pour y obtenir, par la voie synthétique, des progrès, peut-être même des découvertes, dus jusqu'ici au hasard et à la merveilleuse divination de quelques hommes de génie; on aura réussi à *frayer la voie à l'invention*.

» Le point de départ de Reuleaux est sa définition de la machine, définition dont il discute lui-même chaque terme :

» Une machine, dit-il, est un assemblage de corps résistants, disposés de manière à obliger les forces mécaniques naturelles à agir, en donnant lieu à des mouvements déterminés.

» Nous nous arrêterons à ces termes : *mouvements déterminés*. Reuleaux, en effet, conçoit la machine comme *desmodromique*, c'est-à-dire à liaisons complètes.

» Nous considérons, écrit-il, comme perturbateur tout mouvement qui diffère de celui que l'on s'est proposé d'obtenir, et nous cherchons à prévenir la production de tout mouvement de ce genre, en déterminant convenablement les corps dans lesquels doivent se développer les forces latentes (les forces de liaison), ce qui revient à donner aux corps que nous faisons entrer dans la composition de la machine une disposition, des formes et une résistance telles que chacun des corps mobiles ne puisse prendre qu'un mouvement *unique*, et précisément celui qui est nécessaire.

» Il se trouve ainsi amené à opposer l'un à l'autre le système machinal,

---

(1) *Voir* ma Note du 5 août.

où tous les mouvements sont imposés d'avance par la constitution même de la machine, et le système cosmique, où les mouvements résultent, au contraire, de la nature des forces.

» Ce premier point posé, Reuleaux observe que les corps de toute machine agissent les uns sur les autres par contacts directs. Le siège de ces contacts est le *couple d'éléments cinématiques*, lequel se compose d'un profil S pratiqué sur le corps A et d'un second profil S' pratiqué sur le second corps A'; ce profil S' est l'enveloppe du profil S dans le mouvement *déterminé* que doit prendre A par rapport à A'.

» Un ensemble de corps unis ainsi les uns aux autres par des couples d'éléments constitue une *chaîne cinématique*. La chaîne est essentiellement *desmodromique*, c'est-à-dire que sa déformation ne dépend que d'un seul paramètre variable.

» Une chaîne cinématique desmodromique (Reuleaux dit aussi *fermée*), dont on a fixé un membre, constitue un mécanisme.

» En résumé, *le mécanisme est une chaîne cinématique fermée; il est composé de couples d'éléments; ces derniers portent en eux-mêmes les formes enveloppes des mouvements que les corps en contact doivent avoir les uns par rapport aux autres, de telle sorte que tous les mouvements autres que ceux qu'on désire réaliser se trouvent forcément exclus du mécanisme.*

» Mais, en fait, il arrive souvent que les mécanismes, même les plus courants, ne sont pas à liaisons complètes; plus souvent encore, les couples d'éléments, même dans le cas d'une chaîne desmodromique, ne sont pas eux-mêmes desmodromiques. Reuleaux ne pouvait manquer de se heurter à cette difficulté. Pour la résoudre, il introduit la notion de *clôture*. Voici, du reste, comment s'exprime Reuleaux à ce sujet :

» Dans l'étude des couples d'éléments, nous avons supposé jusqu'ici que l'appui réciproque des deux éléments cinématiques combinés pour former un couple avait lieu d'une manière complète, c'est-à-dire que chacun des deux corps, en raison de sa faculté de résistance, enveloppait l'autre, de manière à rendre le couple desmodromique par lui-même... Dans certaines circonstances, cependant, on peut se dispenser de satisfaire en toute rigueur à une semblable condition; c'est ce qu'on peut faire, par exemple, lorsqu'on a pris la précaution d'éliminer du couple les forces sensibles agissant suivant certaines directions.

» Pour arriver à ce résultat, en supposant, par exemple, qu'une force P soit capable de provoquer un mouvement *perturbateur*, on applique préventivement une force directement opposée, mais d'intensité supérieure, égale

à (P + Q). On aura ainsi réalisé la *clôture par force*. Reuleaux introduit aussi la *clôture par chaîne*, où il est fait appel à des procédés cinématiques au lieu des procédés dynamiques.

» Dans tous les cas, pour Reuleaux, clore un couple non desmodromique, c'est suppléer à ce qui lui manque pour qu'il fonctionne *comme s'il était desmodromique*, en produisant, par conséquent, ce mouvement nécessaire qu'il doit prendre dans la chaîne totale dont il fait partie. C'est en quelque sorte ce mouvement nécessaire qui définit le couple aux yeux de Reuleaux, plus encore que les profils physiquement réalisés.

» Pour s'en rendre entièrement compte, examinons la théorie qu'il propose pour le plan incliné.

» On désigne ainsi une surface plane inclinée à l'horizon, sur laquelle tend à glisser un corps qui est en contact avec elle par une section plane et qui est soumis à l'action de la gravité.... Ordinairement on omet de dire que le corps ne peut glisser que parallèlement à la direction du plan (lisez : parallèlement aux lignes de plus grande pente), c'est-à-dire qu'il doit être appuyé convenablement pour obtenir ce résultat et, en second lieu, qu'il doit être disposé de manière à ne pas pouvoir se séparer de ce plan. En d'autres termes, on suppose implicitement que le corps est accouplé avec la surface sur laquelle il repose, de manière à fournir un mouvement rectiligne; le couple considéré n'est donc pas autre chose, en définitive, qu'un couple de prismes (*glissière prismatique* ou *rectiligne*).

» Rien n'est plus faux. En tant que mécanisme, le plan incliné est une réalisation du cas de deux corps en contact par une face plane. L'inclinaison sur l'horizon du plan de contact est une relation purement dynamique. Le mouvement suivant les lignes de plus grande pente est le fait des forces appliquées et des conditions initiales. Par la confusion qu'il établit, Reuleaux s'écarte de la distinction édictée par Ampère entre la Cinématique et la Dynamique, distinction à laquelle il souscrit du reste hautement dans d'autres parties de son Traité.

» La raison de cette erreur, c'est qu'après s'être affranchi du préjugé de la classification, Reuleaux eût dû aussi s'affranchir de cet autre, qui consiste à ne voir dans un mécanisme qu'un moyen de transformer ou de produire un mouvement. En réalité, un mécanisme ne réalise pas autre chose qu'un certain état de liaisons entre des corps résistants, et le mouvement qui est appelé ou non à s'y produire dépend des forces appliquées. La théorie des mécanismes, c'est l'étude des liaisons dans les machines. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la valeur absolue du potentiel dans les réseaux isolés de conducteurs présentant de la capacité.* Note de M. **Ch.-Eug. Guye**, présentée par M. Lippmann.

« La connaissance de la valeur *absolue* du potentiel, dans un réseau de conducteurs parfaitement isolé, offre un intérêt particulier. C'est cette connaissance qui permet de se rendre compte de l'isolement à donner aux diverses parties du réseau par rapport au sol; c'est elle également qui permet de prévoir les dangers d'un contact fortuit avec un point quelconque d'une canalisation présentant de la capacité.

» Le but de cette Note est donc de donner de cette question une solution aussi générale que possible, et de montrer comment la distribution du potentiel dépend de la capacité des diverses parties du réseau.

» Considérons un nombre quelconque n de conducteurs isolés, en présence d'un plan indéfini au potentiel zéro (sol) ou enveloppés complètement par un conducteur au potentiel zéro (armure).

» Nous pouvons supposer que ces n conducteurs sont reliés d'une façon quelconque à des sources d'électricité, isolées du sol et sans capacité (dynamos polyphasées, par exemple).

» Quelles que soient les lois suivant lesquelles varieront les différences de potentiel entre les n conducteurs, la somme algébrique des charges du système isolé sera à chaque instant algébriquement nulle; les sources d'électricité produisant toujours les deux électricités en quantités rigoureusement égales, et l'électricité développée ne pouvant s'accumuler que sur les conducteurs qui seuls présentent une capacité appréciable.

» Dans ces conditions, il est possible d'établir une relation donnant la valeur absolue du potentiel sur chacun des conducteurs, si l'on connaît les coefficients de capacité et d'induction électrostatiques, ainsi que les différences de potentiel *relatives* maintenues par les sources entre les n conducteurs, l'isolement étant supposé parfait. Il suffit, pour cela, d'admettre que les variations de potentiel sont suffisamment lentes pour que l'équilibre électrostatique puisse être considéré comme atteint à chaque instant.

» Soient, en effet,

$$(1)\qquad v_2 - v_1 = f(t),$$

$$(2)\qquad v_3 - v_1 = \varphi(t),$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$(k)\qquad v_n - v_1 = \psi(t)$$

les expressions donnant, en fonction du temps, les différences de potentiel relatives entre conducteurs.

» D'autre part, les équations générales de l'équilibre électrostatique sont :

$$m_1 = \gamma_{1.1} v_1 + \gamma_{1.2} v_2 + \ldots + \gamma_{1.n} v_n + \gamma_{1.0} v_0,$$
$$m_2 = \gamma_{2.1} v_1 + \gamma_{2.2} v_2 + \ldots + \gamma_{2.n} v_n + \gamma_{2.0} v_0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$m_n = \gamma_{n.1} v_1 + \gamma_{n.2} v_2 + \ldots + \gamma_{n.n} v_n + \gamma_{n.0} v_0,$$

tous les termes en v_0 étant nuls par hypothèse.

» Si nous additionnons ces dernières équations membre à membre, en tenant compte de ce que la somme algébrique des charges de n est nulle, il vient

$$\text{(I)} \qquad 0 = \Gamma_1 v_1 + \Gamma_2 v_2 + \ldots + \Gamma_n v_n,$$

expression dans laquelle

$$\Gamma_1 = \gamma_{1,1} + \gamma_{2,1} + \ldots + \gamma_{n,1},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$\Gamma_n = \gamma_{1,n} + \gamma_{2,n} + \ldots + \gamma_{n,n}.$$

» Enfin en remplaçant, dans (I), $v_2, v_3, \ldots, v_n$ par leur valeur déduite des équations (1) à (k) on obtient

$$\text{(II)} \qquad v_1 = -\frac{\Gamma_2 f(t) + \Gamma_3 \varphi(t) + \ldots + \Gamma_n \psi(t)}{\Gamma_1 + \Gamma_2 + \ldots + \Gamma_n},$$

expression recherchée.

» *Cas particuliers.* — 1. Lorsque chacun des n conducteurs est entouré d'une armure au potentiel zéro, tous les coefficients d'induction électrostatique entre les n conducteurs deviennent nuls et l'on a

$$\Gamma_1 = \gamma_{1,1}, \qquad \Gamma_2 = \gamma_{2,2}, \qquad \ldots, \qquad \Gamma_n = \gamma_{n,n}.$$

» 2. Si les n conducteurs sont disposés comme dans un câble symétrique, il est facile de voir que

$$\Gamma_1 = \Gamma_2 = \ldots = \Gamma_n,$$

et l'expression du potentiel devient :

$$v_1 = -\frac{f(t) + \varphi(t) + \ldots + \psi(t)}{n}.$$

» 3. Si le n^{ieme} conducteur enveloppe tous les autres, on a

$$\Gamma_1 = 0, \qquad \Gamma_2 = 0, \qquad \ldots, \qquad \Gamma_n = 0,$$

et l'expression du potentiel prend la forme indéterminée $\frac{0}{0}$; c'est le cas des câbles concentriques. La valeur absolue du potentiel peut alors aisément être déterminée de la façon suivante : on a, comme précédemment,

$$m_1 + m_2 + \ldots + m_n = 0 = - m_0,$$

en désignant par m_0 la charge qui recouvre intérieurement l'armure ou le sol, on a donc

$$m_0 = \gamma_{0,0} v_0 + \gamma_{n,0} v_n;$$

il en résulte $v_n = 0$; m_0 et v_0 étant séparément nuls et $\gamma_{n,0}$ différent de zéro. *Le potentiel du conducteur enveloppant est donc toujours nul;* c'est d'ailleurs ce que confirme l'expérience, un téléphone branché entre le conducteur périphérique d'un câble et la terre ne donnant aucun son, si le réseau est parfaitement isolé.

» Le potentiel V_n étant connu, on en déduira les valeurs absolues des potentiels des autres conducteurs au moyen des équations (1) à (k).

» 4. Généralement les différences de potentiel relatives entre les n conducteurs seront, ou constantes (courant continu), ou pratiquement polyphasées; ce qui permettra le plus souvent de simplifier l'expression (II). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur le mécanisme de l'éthérification chez les plantes*. Note de MM. **E. Charabot** et **A. Hébert**, présentée par M. Haller. (Extrait.)

« L'un de nous a démontré que les alcools terpéniques se transforment en éthers dans les organes chlorophylliens (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 729; t. CXXX, p. 257, 518, 923; t. CXXXI, p. 806) et que ces éthérifications s'effectuent d'une façon d'autant plus active que la plante est mieux organisée pour l'assimilation (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 159).

» Une question s'est posée ensuite, celle de connaître le mécanisme à l'aide duquel se produisent ces phénomènes. L'éthérification des alcools terpéniques s'opère-t-elle dans la plante par action pure et simple des acides sur les alcools, ou bien y est-elle favorisée par le concours d'un agent particulier jouant le rôle de déshydratant? Si l'on considère que le

phénomène est d'autant plus intense que la plante est mieux organisée pour la fonction chlorophyllienne, on sera déjà tenté d'admettre la dernière hypothèse. Il y avait lieu, toutefois, de la vérifier d'une façon directe....

» *Conclusions.* — Les conclusions auxquelles nous arrivons peuvent se résumer ainsi :

» *L'éthérification dans les plantes se produit par l'action directe des acides sur les alcools; elle se trouve favorisée par un agent particulier, jouant le rôle de déshydratant.*

» Cela ressort, et des recherches sur l'évolution des composés terpéniques, effectuées par l'un de nous, et des observations que voici :

» 1° Sous l'action pure et simple de l'acide acétique, le linalol s'éthérifie avec une lenteur infiniment plus grande que dans la plante;

» 2° Les alcools terpéniques qui, sous l'influence d'un acide déterminé, s'éthérifient le plus facilement, sont aussi ceux dont les végétaux renferment la plus grande proportion à l'état combiné avec le même acide;

» 3° Pour un même alcool terpénique, l'acide se combinant le plus facilement avec cet alcool est celui dont l'éther est le plus abondant chez la plante;

» 4° Lorsque deux alcools coexistent dans un végétal, si l'on éthérifie ces deux alcools, l'acide se partage entre eux comme dans la plante.

» D'une part, le fait que, si l'on fait intervenir un agent favorisant les déshydratations, les choses se passent sensiblement comme dans les plantes, en ce qui concerne les équilibres limitant l'éthérification; d'autre part, le rôle de la fonction chlorophyllienne dans la formation des éthers, ainsi que la notion récemment acquise de réversibilité des actions diastasiques, tendent à faire admettre que l'*agent particulier qui intervient pour activer l'éthérification n'est autre qu'une diastase dont l'action déshydratante s'exerce en milieu chlorophyllien.* »

GÉOLOGIE. — *Dépôts littoraux et mouvements du sol pendant les temps secondaires, dans le bas Quercy et le Rouergue occidental.* Note de M. **Armand Thevenin**, présentée par M. Albert Gaudry.

« A l'est de la faille de Villefranche de Rouergue, qui limite au sud-ouest le Massif central, l'érosion a enlevé tout témoin de l'extension des terrains jurassiques et les causses de Montbazens, Rignac, Marcillac, etc.,

qui établissent la communication de l'Aquitaine avec le bassin de Rodez et la Lozère, ont été préservés de l'érosion par leur affaissement entre des failles. Malgré ces failles, l'étude des terrains secondaires du bas Quercy et du Rouergue occidental permet de constater que le massif granitique et schisteux du Ségala, qui est maintenant comme une apophyse au sud du Plateau central, n'a jamais été recouvert par une mer profonde; il a formé un haut fond et a été même partiellement émergé, s'élevant ou s'abaissant alternativement pendant une grande partie des temps secondaires, terre ou archipel d'étendue variable, dont l'axe était probablement dirigé nord-est. Il laissait subsister des communications marines assez faciles entre l'Aquitaine et la région de Mende, mais beaucoup moins faciles entre l'Aquitaine et la région de Millau, Saint-Affrique.

» Les sédiments secondaires présentent, en effet, un facies littoral ou sublittoral remarquable dans la région que nous avons étudiée à l'ouest et au nord du Ségala.

» Le Trias est nettement littoral; il est toujours gréseux avec un poudingue à galets de quartz. Les grès rhétiens montrent à leur partie supérieure des lignites assez développés dans le ravin au nord-est de Cardenard, entre Villevayre et Verfeils.

» A l'époque hettangienne, il y avait une terre émergée très proche, car les calcaires en plaquettes de l'Hettangien inférieur montrent, outre des traces de végétaux (Parizot, La Capelle-Mouret, Marcillac), des *ripple-marks* très nets, particulièrement dans la région de Marcillac, et les calcaires en gros bancs qui les surmontent présentent parfois des amas de *jayet* (carrière de castine de Cruou, près Marcillac) ou de minces bancs charbonneux (environs de Villefranche).

» La partie supérieure de cette masse calcaire, qu'on peut attribuer au Sinémurien, paraît s'être déposée dans une mer un peu plus profonde, et l'immersion s'est accentuée pendant le dépôt des assises inférieures et moyennes du Charmouthien. Cette immersion n'a pourtant pas été très considérable et le facies vaseux de ces assises ne représente pas un dépôt fort éloigné du rivage, puisqu'on trouve encore parfois dans les argiles à *Gryphæa cymbium*, en assez grande abondance, du mica non décomposé (environs de Villefranche).

» Il y a eu, au Charmouthien supérieur, un relèvement du sol, car le calcaire à *Pecten æquivalvis* et *A. spinatus* contient à Capdenac des végétaux flottés; il montre, en outre, parallèlement à la faille de Villefranche, une ou plusieurs assises de minerai de fer oolitique (Saint-Igest, Château de

Manhac, Veuzac) qu'on peut considérer comme une formation sublittorale en admettant que l'origine de ce minerai est l'apport de fer dans une mer peu profonde par des cours d'eau descendant du Massif central, ou même en supposant que les oolites ont été primitivement calcaires et que leur transformation en minerai de fer est due à la proximité de la faille.

» Le Toarcien paraît correspondre, dans son ensemble, à une période d'immersion; néanmoins, il y a eu, vers le milieu de cette époque, un relèvement du sol, car on trouve un niveau de lignites qui peut être suivi de Capdenac-le-Haut à Lexos, et à Bruniquel. Ce niveau n'existe pas dans la région de Marcillac, et c'est au Toarcien supérieur qu'il faut rapporter le minerai de fer oolitique de Mondalazac, Cadayrac, Muret. Pendant tout le Toarcien, il y a eu, en réalité, des mouvements alternatifs du sol de faible amplitude qui expliquent les variations d'épaisseur et les légères modifications de facies de cet étage.

» Il semble que le Bajocien inférieur, plus ou moins sublithographique et dolomitique, corresponde encore à une période d'affaissement de la région, mais il y a ensuite un lent relèvement, et le Bajocien moyen montre un niveau oolitique qui, près de Villefranche, contient une faune littorale avec Patelles, Bryozoaires, nombreux fossiles roulés et brisés; il se présente avec le même facies littoral sur le causse de Saint-Antoine, au sud de Mondalazac.

» Le mouvement de relèvement s'accentue et atteint son maximum, au Bathonien. La bordure du Plateau central était alors peu éloignée des limites actuelles; il y avait une série de lagunes d'eau douce ou saumâtre, formant un horizon presque continu, mais non absolument constant, parallèle au Plateau central et visible à Saint-Antonin, Caylus, Limogne, Martiel (d'après M. E. Fournier), Montbrun, Cajarc, Marcillac-du-Lot, Ambayrac, Villeneuve-d'Aveyron.

» Les étages supérieurs au Bathonien ne présentent pas de facies littoral, et l'érosion en a d'ailleurs enlevé les dépôts, de telle façon qu'ils n'affleurent plus aujourd'hui qu'à quinze ou vingt kilomètres à l'ouest du massif ancien et manquent totalement dans la région de Rodez. Mais, si toute trace de leur rivage nous est inconnue, le niveau à polypiers qu'ils renferment indique encore des eaux peu profondes; il en est de même du niveau à *Exogyra virgula*.

» Après le Jurassique, l'émersion est définitive, et nous signalerons, pour mémoire seulement, le facies littoral bien connu des calcaires tertiaires

d'eau douce, parce qu'il se montre remarquablement accentué jusqu'au voisinage de la faille de Villefranche (Monbretal, près La Guépie).

» Les observations précédentes sont à comparer avec celles de M. Fabre dans la région de Mende; il semble que le Ségala ait formé un anticlinal grossièrement parallèle à celui des Cévennes, s'élevant ou s'abaissant à peu près en même temps que ce dernier.

	Bas Quercy et Rouergue occidental.	Lozère.
Trias et *Rhétien*....	Dépôts littoraux.	Dépôts littoraux.
Hettangien........	Dépôts fluvio-lacustres, puis sublittoraux (végétaux, jayet, ripple marks).	Facies d'estuaire (végétaux, ripple marks).
Sinémurien et *Charmouthien*........	La région s'enfonce lentement et se relève au Charmouthien supérieur (végétaux flottés, minerai de fer).	Lente immersion de la région avec émersions, puis affaissements partiels.
Toarcien..........	Affaissements et relèvements partiels (lignites, minerai de fer).	(Rares végétaux flottés dans le Lias moyen et jayet dans les couches à poissons du Lias supérieur).
Bajocien..........	La région immergée se relève lentement (facies littoral oolitique).	L'immersion continue au début du Bajocien; il y a une grande transgression, puis un relèvement (facies côtier).
Bathonien..	L'émersion atteint son maximum (lagunes).	Le Bathonien correspond à une phase fluvio-lacustre de régression maximum.

GÉOLOGIE ET HYGIÈNE. — *Sur les origines de la source de la Loue.* Extrait d'une lettre de M. **André Berthelot**.

« La Loue est la seconde source de France pour le volume de ses eaux : le minimum est à l'étiage 2500^{lit} par seconde, le débit ordinaire 15000^{lit}. Elle paraît alimentée par les eaux des plateaux voisins, englouties dans des entonnoirs creusés dans le calcaire. Mais depuis longtemps on se demandait si elle ne dérivait pas, en grande partie, de l'eau absorbée par les fissures du lit du Doubs, en aval de Pontarlier, principalement vers Arçon, à 5^{km} et 6^{km} en aval de cette ville, au niveau de 800^{m} d'altitude; la source jaillissant à 12^{km} nord-ouest à vol d'oiseau de Pontarlier, à la cote 544. M. Fournier, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon, avait affirmé

cette opinion dans des publications scientifiques; cependant des essais de coloration à la fluorescéine n'avaient pas donné des résultats probants.

» La question vient d'être résolue par l'incendie de l'usine d'absinthe Pernod. Cet incendie ayant éclaté le dimanche 11 août, à midi et demi, les bacs crevés ont laissé écouler des quantités énormes d'absinthe dans le Doubs, qui longe l'usine, principalement dans la soirée. Or, le mardi, à midi, moins de quarante-huit heures après le déversement à Pontarlier, les gardiens de l'usine de la source de la Loue percevaient une odeur d'absinthe, qui s'accentuait et devenait très forte vers 3^h. Le mercredi matin, l'odeur s'est répandue le long du cours de la Loue, à Mouthier. Elle était aussi forte que celle d'un verre d'absinthe pris sur la table d'un café; plus faible dans la caverne, avec un léger goût d'anis communiqué à l'eau. Au-dessous de la chute initiale de la Loue, l'eau moussait en flocons blancs, d'aspect savonneux; dans les remous, elle accumulait d'énormes paquets d'écume vert sale.

» La conclusion est que la Loue représente un bras souterrain du Doubs, grossi par les eaux engouffrées dans les *empocieux* (nom des entonnoirs) du plateau et ressortant à une douzaine de kilomètres à l'ouest, 250^m plus bas, par la caverne de la Loue; tandis que le bras superficiel du Doubs se détourne vers le nord. La Loue retourne ensuite au Doubs, dont elle est en plaine le principal affluent.

» Le passage relativement rapide des matières projetées dans le Doubs, jusqu'à la source de la Loue, montre combien les grandes sources de ce genre, malgré la limpidité apparente de leurs eaux, peuvent devenir dangereuses pour l'alimentation publique. »

Observations de M. **Berthelot** *au sujet de cette Communication.*

« Cette lettre était accompagnée par l'envoi de deux bouteilles, l'une contenant de l'eau puisée dans la caverne de la Loue; l'autre recueillie avec beaucoup d'écume au bas de la chute, au moment du passage des eaux contaminées.

» Il m'a paru de quelque intérêt d'en faire l'examen.

» L'eau de la caverne [1] est claire, limpide, douée d'une odeur anisée

---

[1] Il semble que cette eau répond à un passage postérieur à celui de la masse principale, qui a donné l'éveil en soulevant des écumes jaunâtres à la chute.

très sensible; son goût fournit un indice semblable, faible, mais très appréciable. La dose d'alcool contenue dans l'eau qui m'a été adressée n'est pas mesurable.

» L'eau de la chute est jaunâtre, fortement opalescente, à la façon d'une émulsion résineuse. Elle mousse fortement par l'agitation. Son odeur anisée est bien marquée. Je la mets sous les yeux de l'Académie. Je l'ai filtrée, l'émulsion traversant en grande partie le filtre au début. Cependant vers la fin la liqueur passe claire, tout en demeurant teintée.

» Cette liqueur a été soumise à une série méthodique de distillations fractionnées, aboutissant à quelques dixièmes de centimètre cube de liquide, où se trouvent concentrés l'alcool et les essences, suivant ma méthode ordinaire. L'odeur devient ainsi beaucoup plus forte.

» L'addition de cristaux de carbonate de potasse pur (CO^3K^2) au produit ainsi concentré n'a pas précipité d'alcool, mais une fine gouttelette d'essence, que son odeur et son origine caractérisent comme essence d'anis. Voici l'échantillon. Quant à l'alcool, s'il y en avait, sa dose était inférieure à $0^{gr},010$, c'est-à-dire à un cent-millième.

» D'autre part, le filtre, qui avait retenu la majeure partie de l'essence émulsionnée, a été lavé avec de l'éther, et celui-ci évaporé a laissé une masse notable d'un liquide épais, d'une couleur verte très intense, constitué par le mélange d'une essence et d'une résine.

» L'essence est peu fluide, volatilisable seulement à une température assez élevée, sans décomposition appréciable et sans carbonisation. Elle laisse une résine verte non volatile, offrant les propriétés des résines de l'absinthe. Le poids total de ces matières surpassait un décigramme.

» Ces caractères ne laissent, je crois, subsister aucun doute sur l'épanchement de la liqueur originelle dans les eaux de la Loue. Je mets ces produits sous les yeux de l'Académie. Aucun corps de ce genre ne saurait préexister dans une eau potable.

» Ces faits, d'ailleurs, sont tout à fait d'accord avec les observations faites sur place. Si je les ai rapportés en détail, c'est afin de bien préciser la démonstration, le passage de la liqueur d'absinthe dans la Loue ayant été mis en doute. On peut en tirer certaines conséquences.

» La première est relative à la répartition des matières projetées dans le Doubs, entre son cours superficiel et son cours souterrain.

» Donnons quelques chiffres pour montrer, sinon les valeurs absolues, du moins l'ordre de grandeur des quantités en question. Soit un débit de 15^{mc} par seconde de la source de la Loue, c'est-à-dire 900^{mc} par minute

et 2 160 000^{mc} par vingt-quatre heures; soit encore 500 000^{lit} d'alcool pur (pour 1 million de litres de liqueur?) déversé dans le Doubs.

» Si tout ce liquide s'était réparti uniformément dans l'eau, et si la totalité de l'eau s'était écoulée par la source de la Loue, chaque litre de cette eau aurait dû contenir environ $0^{cc},23$ d'alcool.

» Soit, pour le volume du liquide pour lequel j'ai opéré, $0^{cc},20$.

» Or le poids d'alcool n'a pas pu être apprécié, c'est-à-dire qu'il représentait une fraction inférieure au vingtième de celle-là. Quelque incertitude que comportent les évaluations précédentes comme volume d'eau, comme durée et répartition, il en résulte pourtant, ce me semble, que la proportion d'eau du Doubs qui a passé par la source de la Loue ne paraît pas constituer, à cette époque de l'année, une fraction très considérable de l'eau du Doubs lui-même.

» Peut-être, d'ailleurs, le mélange initial a-t-il laissé surnager la plus grande partie de l'alcool dans les couches superficielles du fleuve, les couches profondes étant absorbées de préférence par les fissures de son lit.

» Cependant, la dose d'absinthe était encore suffisante, dans les écumes dont la formation a dû tendre à la concentrer, pour fournir un poids très appréciable de matière hydrocarburée.

» Il en résulte que, dans le cas où un liquide provenant de vidanges, ou d'une matière infectée par les germes de la fièvre typhoïde, du choléra, ou de toute autre maladie, serait déversé dans la rivière à un certain moment, une portion de ce liquide parviendrait jusqu'à la source de la Loue, en dose suffisante pour y disséminer les microbes ou autres agents pathogènes qu'il pourrait contenir. L'emploi des sources du genre de la Loue, du Loiret, ou analogues, expose donc les personnes qui font usage de ces eaux aux mêmes risques de contagion que l'emploi des eaux des grandes rivières dont elles dérivent. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Influence des couleurs sur la production des sexes.* Note de M. C. **Flammarion**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Au mois de mars 1894, j'ai annexé à l'Observatoire de Juvisy une Station de recherches spéciales, ayant pour objet l'étude des radiations solaires et de leurs actions si multiples sur les êtres vivants. Les résultats obtenus, dès l'été de cette année-là, sur la variation rapide des dimensions, des formes et des couleurs d'un certain nombre de plantes, ont constitué

une nouvelle branche de physique à laquelle on a donné le nom de *radioculture*. J'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie (16 décembre 1895) quelques-unes des expériences faites, notamment sur les sensitives, qui atteignent une taille quinze fois plus élevée sous les radiations rouges que sous les radiations bleues.

» Les transformations si curieuses et si inattendues observées sur un grand nombre d'espèces de plantes (Coleus, Strobilanthes, Géraniums, Crassulas, Althermantheras, Begonias, Lobelias, Laitues, etc.) m'ont conduit à rechercher si les diverses radiations du spectre solaire n'auraient pas certaines influences sur les animaux. Je signalerai aujourd'hui les résultats constatés sur les vers à soie, en ce qui concerne la proportion des sexes.

» Le 12 juin 1898, nous avons placé sous diverses radiations, soigneusement examinées au spectroscope, des vers à soie récemment éclos. Cette première expérience, publiée au *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, a montré que, pour le poids des cocons, l'obscurité est défavorable, tandis que l'orangé et le rouge sont favorables. Les papillons sortis de ces cocons ont donné de nombreux œufs, desquels de jeunes vers sont sortis, du 28 avril au 23 mai 1899. 720 larves ont été placées dans douze casiers recouverts d'un verre spécial examiné au spectroscope. Je ne m'occuperai ici que des sexes des papillons.

» Déjà indiquées par les observations de 1899 et 1900, les différences correspondant aux diverses couleurs paraissent maintenant affirmées.

» A l'air libre et sous le verre incolore, la proportion est voisine de 50 pour 100, comme on pouvait s'y attendre. Il en est de même dans le rouge clair et dans le vert clair.

» Les couleurs foncées paraissent agir notablement, au contraire, sur la proportion des sexes, ainsi que l'obscurité, en donnant aux mâles une prédominance marquée. Voici les résultats obtenus cette année, à la troisième génération, les œufs de chaque année étant conservés, et les jeunes vers qui en éclosent étant mis en observation, chaque printemps suivant, dans les mêmes casiers coloriés.

	Mâles. Pour 100.	Femelles. Pour 100.
Bleu clair	57	43
Obscurité sous feuille d'étain	58	42
Violet clair	58	42
Violet foncé	62	38
Obscurité sous carton	63	37

	Mâles.	Femelles.
	Pour 100.	Pour 100.
Bleu foncé	63	37
Orangé	64	36
Rouge foncé	68	32

» L'expérience a été faite pour chaque casier sur 66 individus. Les différences sont toutes dans le même sens et si marquées que, selon toute probabilité, elles ne sont pas dues au hasard.

» Pendant toute la durée de l'expérience, les larves de Bombyx ont été nourries abondamment de feuilles de mûrier et exposées à la même température.

» J'ai voulu savoir si quelque variation dans le mode d'alimentation agirait, et j'ai essayé l'albumine, les phosphates, le sucre et le sel, en imprégnant les feuilles de mûrier dans ces solutions. Les vers soumis à ces divers modes d'alimentation ont tous succombé au bout d'une dizaine de jours.

» Un autre essai a, au contraire, confirmé la série précédente, en la variant un peu (1).

» Nous avons soumis un certain nombre de vers à soie à un régime de *nourriture restreinte*, et voici les résultats observés :

	Mâles.	Femelles.
Violet foncé	58	42
Bleu clair	63	37
Bleu foncé	65	35
Violet clair	77	23

» On voit que pour la dernière couleur la différence est considérable.

» Aucun verre violet n'est achromatique. Ils laissent passer toutes les couleurs, notamment le rouge. D'un autre côté, un grand nombre d'insectes ayant succombé sous ce régime, l'expérience n'a été faite que sur 45 individus pour chaque couleur. Ces résultats ne sont donc présentés que comme préliminaires, intéressants par leur concordance.

---

(1) Certains statisticiens assurent que, après les années de guerre, la natalité des garçons surpasse de beaucoup celle des filles, ce qu'ils attribuent non pas à une loi de la nature destinée à combler les vides, mais aux privations, aux misères, aux ruines qui accompagnent le fléau de la guerre, et, comme conséquence, à une diminution de la richesse de l'alimentation des couples progéniteurs. Les pays les plus pauvres paraissent également les plus féconds en garçons.

» Remarquons que, pour les deux séries, les individus en observation ont été au nombre de 111.

» Ces deux séries concordantes en principe n'indiqueraient-elles pas que la surabondance des mâles peut être due tout simplement à ce que les couleurs tempèrent les larves et diminuent leur appétit?

» Il serait assurément prématuré de tirer aucune conclusion de physiologie générale. Cependant nous pouvons remarquer que, si l'œuf n'est pas sexué par la fécondation, et si le sexe peut être déterminé par des circonstances extérieures, l'antique problème de la production des sexes reçoit ici un commencement d'élucidation (1). »

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 29 juillet 1901.)

Note de MM. *Eugène* et *François Cosserat*, Sur la déformation infiniment petite d'un corps élastique soumis à des forces données.

Page 272, formule (3), *au lieu de* $u = + u_0 \xi \sum_{i=0}^{i=\infty} \frac{k_i U_i}{\xi - k_i}$, *lisez* $u = u_0 + \xi \sum_{i=0}^{i=\infty} \frac{k_i U_i}{\xi - k_i}$.

---

(1) Ces expériences ont été faites avec le concours de M. J. Loisel, licencié ès Sciences, préparateur à la Station.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 AOUT 1901,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Janssen** adresse, de Chamonix, la dépêche suivante à l'Académie :

Chamonix, 26 août, $9^h 50^m$.

« Dans les observations des Perséides, faites sur les pentes de l'observatoire du mont Blanc, M. Nordmann, attaché à l'observatoire, vient de confirmer l'existence d'un nouveau radiant, situé au-dessus de la constellation de Cassiopée, dans celle des Lézards. Dans la nuit du 23 au 24 courant, à $8^h 40^m$, il a pu notamment assister au passage d'une magnifique étoile filante, émanée de ce point, et qui avait un éclat bien supérieur à celui de la planète Jupiter. La couleur de cette étoile, observée avec certitude en raison de la pureté de l'atmosphère à ces hauteurs, était d'un beau bleu; elle avait une courte chevelure rougeâtre et une longue queue blanche. Nos observations antérieures, du 12 au 20 août, avaient conduit au même résultat. L'existence de ce

second point radiant, presque aussi riche que celui de Persée, est donc certaine. Des détails sur ces observations seront donnés prochainement. JANSSEN.

» *Post-scriptum.* — J'ai reçu de M. Tarry, Président de la Société Flammarion d'Alger, l'information que l'observation des Perséides par les membres de la Société y a pleinement réussi; les détails des observations seront donnés ultérieurement. »

PHYSIQUE. — *Sur l'application du principe de l'énergie aux phénomènes électrodynamiques et électromagnétiques*. Note de M. E. SARRAU.

« 1. L'application du principe de l'énergie aux phénomènes électrodynamiques et électromagnétiques présente des particularités qui ne semblent pas avoir été généralement aperçues et sur lesquelles il importe d'appeler l'attention ([1]).

» 2. *Électrodynamique.* — La loi élémentaire d'Ampère et les autres lois similaires proposées s'accordent à établir que, lorsque des courants linéaires fermés, dont les intensités sont constantes, se déplacent et se déforment, le travail de leurs actions mutuelles est la variation d'une fonction

$$\varphi = \tfrac{1}{2}\Sigma\lambda i^2 + \Sigma\mu i i', \tag{1}$$

le premier Σ s'étendant à tous les courants et le second à leurs combinaisons deux à deux; $i, i', \ldots$, sont les intensités, et les coefficients λ (de self-induction) et μ (d'induction mutuelle) ne dépendent que des positions relatives des circuits.

» Cette fonction joue ainsi le rôle de *fonction de forces,* suivant la dénomination employée par Jacobi et Hamilton, et non de *potentiel,* cette dernière quantité étant, suivant la dénomination généralement adoptée, la fonction des forces prise avec le signe contraire.

» En général, les intensités varient par suite de l'induction; la fonction φ donne alors le travail élémentaire, dans chaque modification infiniment petite du système, par sa variation prise en considérant les (λ, μ) comme variables et les i comme constants. Cette variation est, relativement

---

([1]) Ces particularités ont été signalées par M. Duhem, qui en a fait une étude approfondie (*Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme,* t. III, p. 219), par M. Carvallo, dans une courte digression de la *Théorie du mouvement du monocycle et de la bicyclette,* et par moi-même dans l'article *Énergie* de la *Grande Encyclopédie.*

à φ considéré comme une fonction des variables (λ, μ, i), une différentielle partielle que nous désignerons par δ, en réservant, comme à l'ordinaire, la lettre d à la différentielle totale.

» *Le travail élémentaire des actions électrodynamiques est ainsi égal à* $\delta\varphi$.

» 3. D'autre part, les recherches des physiciens et des géomètres ont établi que les phénomènes d'induction électrodynamique sont régis par un système d'équations, en nombre égal à celui des courants, dont l'une quelconque, se rapportant au courant dont l'intensité est i, se présente sous la forme

$$e - ri = \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial i}\right), \tag{2}$$

où l'on désigne par e la force électromotrice extérieure au circuit et par r sa résistance.

» La fonction φ qui figure dans ces équations est précisément la fonction (1) qui a été précédemment désignée par la même lettre, $\frac{\partial\varphi}{\partial i}$ est sa dérivée partielle par rapport à i et $\frac{d}{dt}$ désigne la dérivée totale par rapport au temps.

» 4. Ces faits étant admis, voici les conséquences qui s'en déduisent par l'application, inaugurée par Helmholtz et W. Thomson, du *principe de l'énergie*.

» Ce principe s'énonce comme il suit : L'énergie Q fournie directement à un système matériel, sous forme de chaleur ou d'électricité, par les corps extérieurs, est égale à la variation de son énergie interne U, plus la variation de sa force vive sensible θ, moins le travail $\mathfrak{F}_e$ des forces extérieures, ce qui s'exprime par l'équation

$$Q = \Delta U + \Delta\theta - \mathfrak{F}_e. \tag{3}$$

» Suivant la Mécanique rationnelle l'énergie interne U se compose de deux parties : l'une *cinétique* correspondant à la force vive des mouvements internes (thermiques ou électriques), l'autre *potentielle* correspondant au travail des forces intérieures que l'on suppose former un système conservatif. Les mêmes notions montrent de plus, et il importe de le bien observer, que la variation de la partie potentielle est égale au travail des forces intérieures *pris avec le signe contraire*, l'énergie potentielle étant un *potentiel* et non une *fonction de forces*.

» 5. On met souvent l'équation (3) sous une autre forme : désignant par ϖ_i le travail des forces intérieures qui, composées avec les forces extérieures, produisent la force vive sensible, on a $\Delta\theta = \varpi_i + \varpi_e$ et de l'équation (3) résulte cette nouvelle relation

$$Q = \Delta U + \varpi_i,$$

qui devient

(4) $$dQ = dU + d\varpi_i$$

pour une modification infiniment petite.

» 6. Appliquons l'équation (4) à un système de courants. L'énergie voltaïque absorbée pendant le temps dt est $\Sigma ei\,dt$, et la chaleur dégagée par l'effet Joule est $\Sigma ri^2\,dt$, de sorte que $dQ = \Sigma ei\,dt - \Sigma ri^2\,dt$.

» L'énergie U se compose de l'énergie U_0 du système à l'état naturel plus l'énergie électrodynamique h développée par les courants; on a donc $dU = dU_0 + dh$, ou simplement $dU = dh$, le système des circuits étant supposé n'éprouver aucun changement physique ou chimique.

» Enfin les forces intérieures à considérer sont les forces électrodynamiques d'Ampère, dont le travail, d'après ce qui a été dit plus haut (n° 2), est égal à $\delta\varphi$.

» L'équation (4) devient ainsi

(5) $$\Sigma(e - ri)i\,dt = dh + \delta\varphi.$$

» Or, si l'on multiplie par $i\,dt$ chacune des équations (2) et si l'on fait la somme des produits, il vient

$$\sum(e - ri)i\,dt = \sum i\,d\left(\frac{\partial\varphi}{\partial i}\right),$$

d'où résulte, d'après (5),

(6) $$dh = \sum i\,d\left(\frac{\partial\varphi}{\partial i}\right) - \delta\varphi.$$

On a, d'ailleurs, par le théorème des fonctions homogènes, $\sum i\frac{\partial\varphi}{\partial i} = 2\varphi$, ou bien

$$\sum i\frac{\partial\varphi}{\partial i} - \varphi = \varphi,$$

et, en différentiant totalement cette dernière équation, il vient

$$\sum i\,d\left(\frac{\partial\varphi}{\partial i}\right) + \sum\frac{\partial\varphi}{\partial i}\,di - d\varphi = d\varphi,$$

ou, ce qui est la même chose,

$$\sum i\,d\left(\frac{\partial\varphi}{\partial i}\right) - \delta\varphi = d\varphi. \tag{7}$$

La relation (6) devient ainsi $dh = d\varphi$; l'énergie électrodynamique h serait donc, à une constante près, égale à la fonction φ.

» Par suite, en différentiant par rapport aux seuls paramètres de position, on aurait $\delta h = \delta\varphi$, de sorte que *le travail élémentaire* $\delta\varphi$ *des forces électrodynamiques serait la variation de l'énergie et non cette variation prise avec le signe contraire*, résultat incompatible avec la définition même de l'énergie.

» 7. *Électromagnétisme*. — Considérons maintenant les phénomènes électromagnétiques.

» Il résulte de la loi élémentaire de Laplace que le travail des actions qui s'exercent entre un système de courants fermés, dont les intensités sont constantes, et un système de pôles dont les charges magnétiques sont constantes, est la variation d'une fonction

$$\varphi_1 = \Sigma\alpha m i, \tag{8}$$

i étant l'intensité de l'un des courants, m la charge de l'un des pôles, α une quantité ne dépendant que des positions relatives du courant et du pôle et le Σ s'étendant aux combinaisons deux à deux des courants et des pôles.

» Par suite, dans le système tout entier, le travail intérieur est la variation de la fonction

$$f = \varphi + \varphi_1 + \varphi_2, \tag{9}$$

dans laquelle les quantités φ, φ_1, φ_2 se rapportent respectivement aux actions mutuelles des courants, des courants et des pôles, des pôles. La première et la deuxième de ces quantités sont données par les formules (1) et (8), la troisième n'est autre que la fonction des *forces magnétiques* de Coulomb.

» Lorsque les intensités et les charges varient, la variation δ de la fonction f, prise en considérant les (i, m) comme constants, donne comme précédemment le travail intérieur d'une modification infiniment petite du système : *Le travail élémentaire des actions électrodynamiques, électromagnétiques et magnétiques est ainsi égal à* δf.

» 8. Dans le cas général, les lois de l'induction électromagnétique sont

complexes et imparfaitement connues; nous supposerons le système simplement formé par des courants et des aimants permanents.

» La fonction φ_1 se réduit alors à une forme linéaire

$$\varphi_1 = \Sigma a i \tag{10}$$

dans laquelle, l'aimantation étant supposée constante, chaque coefficient a ne dépend que de la configuration du système, et l'on admet généralement que l'induction dans l'un des circuits est régie par l'équation

$$e - ri = \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial \varphi}{\partial i} + a\right) \tag{11}$$

analogue à l'équation (2).

» 9. Cela posé, si l'on admet que la seule chaleur dégagée soit celle de l'effet Joule des courants, le principe de l'énergie donne, comme dans le cas d'un système électrodynamique (n° 6),

$$\Sigma(e - ri) i\, dt = dh + \delta f, \tag{12}$$

h étant l'énergie développée, et il est à remarquer que, dans l'hypothèse admise, la variation $\delta\varphi_1 = \Sigma \delta a\, i$ peut aussi s'écrire $\Sigma da\, i$, puisque, vu la constance de l'aimantation, chaque coefficient a ne dépend que des paramètres de position; pour le même motif, on peut écrire $d\varphi_2$ au lieu de $\delta\varphi_2$, de sorte qu'en remplaçant f par sa valeur (9) l'équation ci-dessus devient

$$\Sigma(e - ri) i\, dt = dh + \delta\varphi + \Sigma da\, i + d\varphi_2. \tag{13}$$

» Or, si l'on ajoute les équations (11) multipliées respectivement par $i\,dt$, on trouve

$$\Sigma(e - ri) i\, dt = \sum i\, d\left(\frac{\partial \varphi}{\partial i}\right) + \Sigma da\, i \tag{14}$$

et, par la comparaison des équations (13) et (14),

$$dh = \sum i\, d\left(\frac{\partial \varphi}{\partial i}\right) - \delta\varphi - d\varphi_2 \tag{15}$$

ou enfin, d'après la relation (7),

$$dh = d\varphi - d\varphi_2. \tag{16}$$

» Il en résulterait que l'énergie h serait, à une constante près, égale à $\varphi - \varphi_2$, c'est-à-dire serait la somme de la fonction des forces électrodynamiques et du potentiel des forces magnétiques. La somme $\Sigma da\, i$ ne

figure pas dans l'expression (16), de sorte que *l'énergie interne d'un système de courants fermés et d'aimants permanents ne renfermerait aucun terme dépendant de la situation relative des courants et des aimants.*

» Ce résultat a été signalé par Vaschy et par M. Duhem ([1]); c'est avec raison que M. Duhem le qualifie de *paradoxal,* car le terme absent est précisément celui dont la variation, prise avec le signe contraire, devrait, d'après la signification généralement attribuée à l'énergie, représenter le travail élémentaire des forces électromagnétiques.

» 10. En fait les lois des actions mutuelles considérées comme des forces effectives et les lois de l'induction ne s'accordent pas avec le principe de l'énergie.

» Cet accord peut toutefois s'établir, sans recourir, comme l'a fait M. Duhem ([2]), à une énergétique plus générale que celle de la Mécanique rationnelle, en adoptant les vues de Maxwell qui regarde comme purement *cinétique* l'énergie d'un système de courants et d'aimants. Les actions mutuelles sont alors des forces non *effectives,* mais *apparentes,* dont le travail élémentaire est, *en grandeur et signe,* la variation partielle de l'énergie; quant aux lois de l'induction, elles s'obtiennent très simplement par une application remarquable des équations de Lagrange.

» Ces vues de l'illustre physicien sont encore peu répandues et il semble utile d'en présenter un exposé; ce sera l'objet d'une prochaine Communication. »

EMBRYOGÉNIE GÉNÉRALE. — *Remarques critiques à propos de la détermination du sexe chez les Lépidoptères.* Note de M. **Alfred Giard.**

« Sans vouloir mettre en doute les résultats des expériences de M. C. Flammarion sur l'influence des couleurs dans la production des sexes chez le *Sericaria mori* (*Comptes rendus,* 19 août 1901, p. 397), il convient de rappeler certaines données morphologiques qui en modifient singulièrement l'interprétation.

» Il est possible qu'en opérant comme l'a fait M. Flammarion sur trois générations successives de Vers à soie maintenues l'une après

---

([1]) A. Vaschy, *Traité d'Électricité et de Magnétisme,* t. I, p. 318. Paris, 1890. — P. Duhem, *loc. cit.,* p. 386.

([2]) *Loc. cit.,* p. 234.

l'autre sous l'influence de certaines radiations on arrive à augmenter, *dans l'ovaire des femelles,* la proportion des œufs mâles et femelles de façon à donner la prédominance à l'un ou l'autre sexe (le sexe mâle dans les expériences de M. Flammarion).

» Mais il serait chimérique d'espérer qu'en soumettant un certain nombre de Vers à soie quelconques à un régime de nourriture restreinte (*loc. cit.*, p. 399) on pourrait arriver, même en les prenant *ab ovo*, et avec l'influence de la lumière bleue ou violette, à modifier dès la première génération la proportion des sexes chez les papillons issus de ces chenilles.

» Le sexe des chenilles est, en effet, parfaitement déterminé à la sortie de l'œuf et sans doute antérieurement dans les glandes génitales de la mère. Le fait a été mis hors de doute depuis plusieurs années par La Valette Saint-Georges et par Brocadello, pour les embryons du Ver à soie.

» D'après Brocadello, la dimension des œufs dans une race donnée et dans une même ponte de *Sericaria mori* permet de faire le triage des mâles et des femelles même avant la naissance.

» Chez certaines chenilles à peau transparente on peut facilement, et parfois sans dissection ni examen microscopique, reconnaître le sexe au premier coup d'œil. C'est ce qui a lieu pour les larves d'*Ephestia Kuehniella* (la teigne des farines), où les mâles se reconnaissent de très bonne heure à une petite tache noirâtre due au pigment mélanique qui colore les testicules.

» Chez d'autres espèces, les chenilles des deux sexes peuvent même différer par des caractères morphologiques d'une certaine importance, et manifester ainsi dès l'état larvaire un dimorphisme sexuel qui d'ordinaire n'apparaît que chez les adultes parmi les Lépidoptères. Un cas de ce genre a été signalé il y a longtemps par Lintner, chez une chenille de Sphingide, *Thyreus Abboti* Swainson (*Annual Report on the New York State Museum of natural history*, 35[e] année, 1870).

» Le dimorphisme sexuel larvaire a été observé, quoique à un degré moins accusé, chez plusieurs Lépidoptères indigènes. D'après Maurice Girard, on peut citer, parmi les espèces de Lépidoptères dont la différence de sexe apparaît dès la chenille, les deux Livrées de notre pays, la Livrée commune (*Bombyx neustria* L.) et surtout la Livrée des prés (*B. castrensis* L.). Ces insectes doivent leur nom vulgaire aux lignes bleues, analogues à des galons de livrée, qui s'étendent longitudinalement sur la chenille. Les chenilles femelles ont les raies bleues plus larges et, dans la dernière espèce,

les chenilles mâles ont les raies vraiment linéaires. La taille distingue les deux sexes dans les chenilles complètement développées d'*Ocneria dispar*, d'*Orgya antiqua* et surtout d'*Orgya gonostigma;* les chenilles femelles sont fortement plus grosses que celles des mâles.

» Goossens et J. Falloux ont fait des observations du même genre.

» D'après ce dernier, la chenille du rare *Chelonia Quenseli* Payk, qu'il a pu élever en grand nombre en août 1866, est velue, d'un noir velouté, et offre une ligne vasculaire blanche qui n'est que peu accusée et peut même manquer chez le mâle, mais qui est très large et très apparente chez la femelle, ce qui permet de reconnaître facilement, à l'aspect de la chenille de cette espèce, le sexe futur de l'insecte parfait.

» D'après Chapman, les chenilles femelles d'*Orgya antiqua* ont une mue de plus que les chenilles mâles. J'ai tout lieu de croire qu'il en est de même pour les chenilles femelles d'*Ocneria dispar*.

» La différenciation sexuelle est tellement profonde chez les Chenilles de certains Lépidoptères que la castration opérée à un stade précoce ne modifie en rien les caractères sexuels de l'adulte. J.-T. Oudemans a châtré de jeunes Chenilles d'*Ocneria dispar* à la deuxième mue. Chez cette espèce, le pigment jaune orangé du testicule permet facilement de reconnaître les mâles quand on ouvre la larve dans la région des glandes sexuelles. Les Papillons provenant des Chenilles ainsi châtrées ont présenté, sans modifications, le dimorphisme sexuel si accentué dans l'*Ocneria;* les mâles semblaient même avoir conservé les manifestations de l'instinct de leur sexe.

» Les résultats obtenus par Mary Treat, Gentry, Landois, et par moi-même, en soumettant des Chenilles à un régime restreint allant parfois jusqu'à l'inanition, ne permettent de tirer aucune conclusion de Physiologie générale relative au problème de la détermination des sexes. Les expériences de M. Flammarion, faites en ajoutant l'influence des verres colorés à celle de la nourriture restreinte, n'ont pas une portée plus grande et doivent être examinées avec le même esprit critique. J'ai indiqué, il y a quelques années, les précautions multiples qu'il faut prendre pour tirer des déductions légitimes d'expériences de ce genre (tenir compte de la mortalité inégale dans les deux sexes dans les stades précoces, se méfier de la sélection inconsciente, etc.) (1).

---

(1) Voir notamment A. Giard, *Réponse à la question* 89 (*Intermédiaire de l'Afas*, t. II, p. 161; 1897).

» Depuis, Cuénot ([1]) et Strasburger ([2]) ont développé des idées analogues dans d'excellents Mémoires que devront consulter tous ceux qui s'occupent de ce problème si passionnant, mais si compliqué et si délicat, de la détermination expérimentale des sexes chez les animaux ou chez les végétaux.

» La grande erreur des physiologistes dans l'étude des questions de ce genre, comme dans beaucoup d'autres d'ailleurs, a été de négliger complètement les données morphologiques, et de considérer l'œuf animal ou végétal comme un point de départ absolu, alors qu'il constitue un complexe d'énergies accumulées par les conditions variées d'existence où se sont trouvés les organismes ancestraux. Or, dans l'état actuel de la Science, la morphologie seule peut nous renseigner partiellement par ses manifestations successives sur les facteurs anciens de la phylogénie. »

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le mode de fonctionnement des freins dans les automobiles.* Note de M. **A. Petot.**

» Quand toutes les roues d'un automobile sont munies de freins, on sait que l'effort maximum de retard est égal, sur une route horizontale, au produit Pf du poids total par le coefficient d'adhérence. De là, une accélération négative donnée, en valeur absolue, par la formule

$$\gamma = g\left(f + \frac{A}{P}\right) \tag{1}$$

où l'on peut négliger le terme variable très faible $g\frac{A}{P}$ dû à la résistance de l'air. D'ailleurs, pour obtenir ce freinage maximum, on doit appuyer aussi fortement que possible les sabots sur la jante des roues, sans cependant atteindre la pression qui produirait le calage.

» Pour tenir compte de la force vive de rotation des masses tournantes,

---

([1]) Cuénot, *Sur la détermination du sexe chez les animaux* (*Bulletin scientifique*, dirigé par A. Giard, t. XXXII, p. 475; 1899).

([2]) Ed. Strasburger, *Versuche mit dioëcischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung* (*Biolog. Centralblatt*, Bd XX, p. 777 et suiv.; 1900).

on a proposé de remplacer la formule (1) par la suivante :

$$(2) \qquad \gamma = fg\frac{P}{P'}$$

où la lettre P′ désigne un poids fictif, appelé *poids d'inertie*, défini par la condition que la demi-force vive totale de la voiture soit égale à $\frac{1}{2}\frac{P'v^2}{g}$.

» Ce poids P′ est d'ordinaire très peu supérieur à P, excepté cependant pour les tramways électriques, où il est environ égal à 1,3 P. La seconde valeur de γ est alors notablement inférieure à la première; et l'on pourrait croire qu'il est impossible d'arrêter un tramway électrique aussi rapidement qu'un autre véhicule, dans les mêmes conditions de vitesse et d'adhérence. L'objet de cette Note est de montrer que c'est là une erreur, tenant à une interprétation inexacte du rôle de l'adhérence pendant le freinage.

» Soient Q la pression exercée par le sabot normalement à la jante d'une roue; R et r le rayon de cette roue et celui de la fusée; I le moment d'inertie d'une roue, y compris au besoin la moitié de l'essieu, par rapport à l'axe de rotation; N la réaction normale du sol; T la fraction utilisée de l'adhérence; $\mathfrak{N}$ et $\mathfrak{N}'$ les réactions égales et directement opposées qui s'exercent entre la fusée et le coussinet; φ l'angle de frottement de la fusée; δ le paramètre de résistance propre au roulement; f' le coefficient de frottement du sabot sur la jante de la roue.

» Que l'on tienne compte ou non de la force vive de rotation des masses tournantes, on a toujours, en palier et alignement droit, les équations

$$(3) \qquad \Sigma N = P, \qquad \frac{P\gamma}{g} = A + \Sigma T,$$

et en outre, pour chaque roue, l'inégalité

$$(4) \qquad T < fN.$$

» D'ailleurs, pendant le freinage, les masses tournantes reliées cinématiquement aux roues s'arrêtent plus vite qu'elles ne le feraient d'elles-mêmes, sous l'action de leurs seules résistances passives. Elles reçoivent donc de ces roues des efforts résistants et, par suite, elles leur impriment inversement des efforts moteurs. Soit, pour une roue freinée, ψ le moment résultant de ces dernières forces par rapport à l'axe de rotation de cette roue; le théorème des moments donne l'équation

$$(5) \qquad T + \frac{\psi}{R} + \frac{I\gamma}{R^2} = Qf' + \frac{N\delta + \mathfrak{N} r \sin\varphi}{R},$$

et l'on en déduit, pour le maximum pratique de la pression Q, la valeur

$$(6)\qquad Q_1 = \frac{L}{f'}\left(fN - \frac{N\delta + \mathfrak{M}r\sin\varphi}{R} + \frac{I\gamma}{R^2} + \frac{\psi}{R}\right).$$

» Si maintenant on rapproche les équations (3) des inégalités (4), on obtient, dans tous les cas, la formule (1); et l'on reconnaît que la valeur maxima de l'accélération de retard n'est pas modifiée par la plus ou moins grande force vive de rotation des masses tournantes, telles que les roues, les essieux, les armatures et les engrenages de transmission.

» Cela paraît d'abord paradoxal; mais les équations (5) et (6) montrent bien comment les choses se passent. Le travail résistant demandé aux freins est, en effet, augmenté de ce qu'il faut pour annuler la force vive de rotation des masses tournantes; mais, en même temps, à cause des termes $I\frac{\gamma}{R^2}$ et $\frac{\psi}{R}$, la limite pratique Q_1 de la pression des freins se trouve reculée, de manière que l'on puisse produire ce supplément de résistance sans bloquer les roues.

» Dans ce qui précède, j'ai seulement considéré le mouvement en palier et les freins à sabots; mais on arrive à la même conclusion, quels que soient le profil de la route et le mode de freinage adopté. »

OPTIQUE. — *Sur la constitution de la lumière blanche.* Note de M. **O.-M. Corbino**, présentée par M. A. Cornu [1].

« La dernière phase de la discussion sur ce point capital des théories de l'Optique peut offrir le moyen de tirer parti de l'expérience.

» Si les lumières différentes constituant le spectre de la lumière blanche sont, ainsi que le voudrait M. Gouy, les composantes sinusoïdales et parfaitement régulières d'une seule vibration complexe d'une forme quelconque, il est nécessaire que ces composantes, en gardant invariables leur amplitude et leur phase, puissent interférer; tandis que, d'après la conception de M. Carvallo, les radiations séparées par le réseau seraient indépendantes, et par conséquent non interférables entre elles. La question ainsi posée, il est possible de la résoudre au moyen d'expériences déjà

(1) Par suite d'une erreur de la poste, cette Communication, qui aurait dû parvenir pour la séance du 15 juillet dernier, n'a pu être imprimée qu'aujourd'hui.

connues ([1]). Je crois inutile d'insister sur l'impossibilité matérielle de réaliser une expérience de battements lumineux en ayant recours à deux petites bandes étroites et rapprochées autant qu'il est possible de les avoir dans un spectre continu. Je me réserve encore de montrer, dans un travail plus étendu, qu'on n'atteindrait pas non plus le but avec l'artifice préconisé par M. Carvallo lui-même, ou en employant le phénomène Zeeman, ainsi que cela paraîtrait possible au premier abord.

» Cependant, une solution, qui me semble décisive, est donnée par l'observation spectroscopique des battements en lumière blanche, et précisément par la production connue d'un système de franges mobiles dans le spectre cannelé de Fizeau et Foucault.

» Que l'on place la fente d'un appareil dispersif dans le champ d'interférence de deux faisceaux de lumière, la fente étant parallèle aux franges; si l'on modifie la période de toutes les vibrations d'un des faisceaux interférents par les moyens indiqués par M. Righi ([2]) ou par moi-même ([3]) (l'altération est effective, et elle se révélerait avec un spectroscope suffisamment dispersif), on observera dans l'appareil spectral des intermittences de lumière et d'obscurité s'il s'agit de lumière monochromatique, ou des franges mobiles s'il s'agit de lumière blanche.

» Pour le premier cas, l'interprétation de l'observation spectroscopique donna lieu à des contestations ([4]). On peut d'ailleurs s'en rendre bien compte en remarquant qu'au lieu d'une raie seule nous avons, pendant l'altération, dans le champ du spectroscope deux raies infiniment voisines, qui produiront dans l'œil le phénomène des battements, c'est-à-dire les alternances observées de lumière et d'obscurité.

» S'il s'agit, par contre, de lumière blanche, les deux faisceaux produisent, avant l'altération de la période vibratoire de l'un d'entre eux, deux spectres rigoureusement coïncident avec le système de franges de MM. Fizeau et Foucault. Dès qu'on altère la période des vibrations d'un des faisceaux le spectre relatif se déplacera d'une longueur infiniment

([1]) Que la solution de ce problème soit très intéressante, c'est ce qu'on peut déduire des paroles suivantes de M. Cornu (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 1023; 1880): « ... malgré leurs efforts, les physiciens ne sont, jusqu'à présent, jamais parvenus à obtenir l'interférence de deux rayons de longueur d'onde différente, interférence qu'ils auraient le plus grand intérêt à produire .... »

([2]) *Mem. Acc. Bologna*, janvier 1883. — *Journal de Physique*, p. 437; 1883.

([3]) *Rend. Lincei*, 19 février 1899.

([4]) *Rend. Lincei*, 17 avril 1898, p. 245.

petite. A part les perturbations insignifiantes dans les extrémités invisibles du spectre *il n'y a rien de changé dans le reste,* parce que chaque radiation a pris la place de la suivante et a été remplacée par la précédente.

» Et alors, si les radiations, qui *dans la source* avaient des périodes différentes, pouvaient interférer, on aurait, pendant l'altération, le même système de franges fixes qu'auparavant. On observe, au contraire, des franges mobiles, c'est-à-dire des battements entre la vibration correspondant à une certaine période et la vibration qui avait la même période avant l'altération. Cela démontre que l'interférence a lieu seulement entre les radiations ayant la même période dans la source avant l'altération, et non entre celles qui, l'ayant différente dès le commencement, ont été amenées à l'avoir égale.

» On peut donc conclure, ce me semble, que deux radiations se trouvant en deux points différents du spectre continu produit par la lumière blanche, sont complétement indépendantes, et qu'on ne peut, en conséquence, les considérer comme deux composantes sinusoïdales d'une seule vibration complexe. »

ZOOLOGIE. — *Les éléments sexuels et la copulation chez les* Stylorhynchus. Note de M. **Louis Léger**.

« J'ai fait connaître, dans une précédente Note (*Comptes rendus* du 10 juin dernier), la présence, chez les grégarines Stylorhynchides, d'éléments sexuels de forme allongée, pourvus à l'avant d'un bec clair renfermant un noyau à chromatine condensée, et munis postérieurement d'un long fouet qui se continue dans le corps granuleux de l'élément, pour aboutir à un centrosome situé immédiatement au-dessous du noyau.

» Les études que j'ai poursuivies sur la fécondation chez ces êtres m'ont montré que ces gamètes flagellés ne sont pas les seuls éléments qui entrent en jeu dans la copulation. Il se forme en même temps, dans le kyste, un nombre à peu près égal d'autres éléments, de forme très différente, sphériques, de $7^{\mu},5$ de diamètre, à contenu clair, avec seulement deux ou trois grains réfringents, et un noyau à contour circulaire avec un grain nucléolaire. Les premiers éléments, ou éléments flagellés, sont des *spermatozoïdes,* dont ils ont d'ailleurs la structure typique, comme je l'ai déjà fait remarquer; les seconds, ou boules claires sphériques, sont des *œufs*. Tous les spermatozoïdes sont formés par l'une des grégarines enkys-

tées, et tous les ovules par l'autre. Il y a donc, dans un kyste normal, une *grégarine mâle* et une *grégarine femelle*.

» La différenciation des éléments sexuels et le processus de la copulation sont extrêmement curieux à observer.

» Le kyste est une sphère légèrement aplatie dont chaque grégarine occupe un hémisphère, de sorte que la cavité kystique se trouve virtuellement divisée en deux chambres hémisphériques: l'une où se formeront les éléments mâles, je l'appellerai *chambre des mâles;* l'autre où naîtront les éléments femelles, c'est la *chambre des femelles*.

» Les premiers stades de développement des éléments sexuels sont semblables aux stades décrits par Siedlecki chez *Monocystis ascidiæ* R. L. Il apparaît, à la surface de chaque grégarine mâle et femelle, de nombreuses petites éminences de protoplasma clair, avec chacune un noyau, en même temps que la grégarine se découpe en un corps serpentiforme, ce qui augmente beaucoup la surface de bourgeonnement. A ce stade, les éléments sexuels ne sont pas encore différenciés. Dans les deux chambres, ils sont semblables à de petites boules, claires comme des perles, pressées les unes contre les autres par leur face latérale. C'est le stade de *perlage,* auquel fait bientôt suite la phase de différenciation sexuelle.

» A la surface de la grégarine femelle, les boules ne se modifient plus dans leur forme, elles grossissent encore un peu, mais restent claires et sphériques, avec quelques grains réfringents du côté de leur point d'attache. Chaque boule ainsi formée est un œuf.

» Au contraire, à la surface de la grégarine mâle, les boules commencent à s'allonger et deviennent de petits corps cylindriques, à extrémité claire, mucronée, et granuleux dans leur moitié inférieure. Quelques heures après ces premières modifications les corps cylindriques commencent à manifester leurs mouvements. Leur extrémité libre, claire, se balance, se recourbe et se contourne en tous sens. Puis, par des mouvements d'étirement, ils finissent par se détacher du corps générateur, et sont bientôt mis en liberté dans la chambre des mâles sous la forme flagellée que j'ai fait connaître. En même temps, leur noyau, toujours antérieur et d'abord sphérique, s'est fortement condensé. Il comprend quatre chromosomes en U, tassés en deux gros bâtonnets, un de chaque côté du centrosome situé un peu au-dessous.

» Libres, les éléments mâles commencent à manifester, dans leur chambre, des mouvements très vifs; c'est le commencement de la danse des *sporoblastes* et le prélude des copulations. Ils se dirigent bientôt, avec une grande précision, vers la chambre des femelles, dans laquelle ils pénètrent le rostre en avant, en effectuant d'actifs mouvements d'ondulation de leur corps. Au bout d'un quart d'heure, la chambre des femelles est remplie d'éléments mâles, grouillant à l'envi devant les boules femelles qui n'ont pas encore quitté le corps maternel auquel elles se rattachent par un mince pédicelle. Ce n'est guère que vingt minutes après l'envahissement de leur chambre, que les éléments femelles commencent à se détacher. Leur mince pédicelle se rompt et les boules sont libres dans la cavité kystique. A ce moment, les reliquats disloqués des deux grégarines abandonnent leur individualité et viennent

constituer, au centre du kyste, une masse sphérique granuleuse qui sera le *pseudo-kyste* résiduel. De ce fait, la limite virtuelle des deux chambres n'existe plus, et la cavité libre du kyste ainsi accrue est remplie par les deux sortes d'éléments sexuels : les mâles flagellés et les boules femelles. La danse atteint alors son maximum d'intensité et les copulations commencent :

» L'agitation des mâles est extrême. Ils se déplacent vivement par d'actifs mouvements ondulatoires, étendant leur rostre bifide et parcourant les groupes de femelles en les tâtant comme pour rechercher celle qui leur convient. Son choix définitivement fait, le mâle fixe étroitement son rostre à la surface de la femelle et commence à l'enfoncer dans celle-ci par des mouvements vifs et saccadés. A mesure que s'effectue la pénétration, on voit la boule femelle grossir et son contour devenir granuleux. Le noyau mâle, très antérieur, arrive de bonne heure dans l'œuf; mais, en outre, presque tout le cytoplasme mâle avec ses nombreux grains de réserve s'ajoute progressivement à la substance femelle. Au bout de quelque temps, celle-ci, considérablement accrue et devenue piriforme, ne montre plus que de rares mouvements, dus aux dernières contractions de la queue du gamète mâle; puis cette dernière se fléchit et tombe, et la copula prend une forme ovoïde aplatie. A l'intérieur de la copula, on peut voir encore quelque temps les deux noyaux distincts avant leur fusion définitive.

» Toutes les copulations ne s'effectuent pas en même temps, car les mâles ne mûrissent pas tous à la fois et sont mis en liberté ordinairement un peu avant leur complète maturité. Il en résulte que le nombre des copulas augmente à mesure que s'avance la danse et que diminue, par conséquent, le nombre des gamètes. Les premières copulas formées sont d'abord violemment heurtées par les mâles seuls ou en voie de copulation, mais, à mesure que leur nombre augmente, il apparaît en elles une remarquable propriété qui a pour effet d'atténuer ces violences. Elles ont la faculté de s'accoler les unes aux autres, au moyen d'une papille gluante qui se développe à leur surface, au point où elles viennent en contact. Elles se disposent ainsi en longues chaînes ou en anneaux, ce qui leur donne une certaine stabilité.

» Au bout d'une quinzaine d'heures environ, par une température de 23°, tout mouvement cesse dans le kyste, les copulations sont terminées et toutes les copulas sont enchaînées. Seuls quelques mâles inutilisés persistent encore; ils dégénèrent bientôt en prenant une forme ovoïde.

» Vingt-quatre heures après, une paroi très nette enveloppe la copula devenue sporocyste, et les papilles d'union commencent à se colorer en brun. On sait que la paroi elle-même du sporocyste en fait autant, et que la disposition en chaîne des sporocystes persiste dans le kyste jusqu'à sa déhiscence.

» Dans un Mémoire détaillé, j'étudierai, plus particulièrement au point de vue cytologique, l'ensemble des phénomènes que je viens de résumer ici. Pour le moment, je donnerai, comme principale conclusion de mes observations, que dans un kyste grégarinien normal les gamètes qui se conjuguent deux à deux dérivent de grégarines différentes et que, au moins chez les Stylorhynchides, la conjugaison n'est pas isogame, les gamètes étant aussi profondément différenciés que chez les animaux supé-

rieurs. En outre, ce qui est remarquable, c'est que, ici, le spermatozoïde très gros porte avec lui la plus grande partie de la réserve nutritive, tandis que l'œuf beaucoup plus petit n'en renferme qu'une quantité beaucoup moindre. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une maladie bactérienne de la Pomme de terre.* Note de M. G. **Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

« On signale depuis plus d'un mois une maladie bactérienne de la Pomme de terre, qui sévit en France dans l'ouest et le centre, surtout en Loiret, Loir-et-Cher, Indre-et-Loire, Maine-et-Loire, Finistère, Loire-Inférieure, Vendée, Vienne, Deux-Sèvres, Charente, Dordogne, Aveyron, Haute-Saône, où elle semble répandue à l'heure actuelle et menacer gravement la récolte.

» Cette maladie existait en France depuis plusieurs années; d'après le témoignage oral du Dr Johnson, de Dublin, et à la vue d'un petit échantillon envoyé il y a trois ans, la même maladie est commune en Irlande. On la trouve dans tous les sols, mais surtout dans les sols un peu calcaires.

» La cause du mal est le parasitisme d'une bactérie. Dans la période initiale de la maladie, on voit les feuilles jaunir, se dessécher peu à peu, en même temps que les tiges s'amincissent progressivement et meurent à partir de la base. La maladie procède ainsi de bas en haut, débutant à la base de la tige et dans sa portion souterraine. Les tubercules sont souvent envahis très jeunes et au début de leur formation; on peut suivre la lésion de la tige principale sur la ramification où prend naissance le tubercule. Les parties souterraines des tiges atteintes montrent généralement des plaies d'insectes, cicatrisées ou non, qui semblent être la porte d'entrée de la bactérie.

» La lésion caractéristique s'observe nettement à la coupe de la tige et dans des portions de celle-ci encore vivantes. On voit des taches diffuses d'un brun jaunâtre, aussi bien transversalement que longitudinalement, et il est facile de se rendre compte qu'elles occupent surtout la région des vaisseaux. L'analyse montre qu'il s'agit d'une formation de gomme jaunâtre et en même temps de thylles dans les vaisseaux, et que toutes deux se produisent aux dépens des cellules de parenchyme ligneux avoisinant les vaisseaux. La membrane des thylles et de même la gomme font hernie dans le vaisseau, en forçant la résistance des ponctuations aréolées. C'est donc par le même processus que la gomme de blessure, ou la gommose de la Vigne, qui n'en est qu'une forme, que ces productions prennent naissance.

» Les bactéries se retrouvent très haut dans la tige et dans des parties semblant encore bien vivantes. Elles sont surtout nombreuses et abondantes dans les vaisseaux. Cette bactérie ne me paraît pas différente du *Bacillus Solanacearum* d'Erwin-F. Smith ([1]). Elle en possède les caractères de culture; les symptômes du mal observé aux États-Unis sur Pommes de terre, Tomates, Aubergines sont exactement ceux que j'ai vus moi-même.

» La nature de la bactérie, le résultat des infections que j'ai tentées, feront d'ailleurs l'objet d'une autre Communication.

» Cette maladie de la Pomme de terre est différente de celle qui a été décrite par M. Prillieux et moi-même, sous le nom de *gangrène de la tige de Pomme de terre* ([2]). Son évolution est plus lente et la maladie se montre plus tardivement que cette gangrène, que nous avons attribuée au parasitisme du *Bacillus caulivorus*, dont les caractères sont tout autres que ceux de la bactérie actuelle. Le *B. caulivorus* Prill. et Delac. (*B. fluorescens liquefaciens* Flugge?) se reconnaît facilement à la coloration vert urane intense qu'elle donne au bouillon de veau.

» Peut-être la maladie actuelle de la Pomme de terre n'est-elle pas différente de la *brunissure* de Debray et Roze, où j'ai trouvé des bactéries, et que ces auteurs ont attribuée au parasitisme d'un Myxomycète fort hypothétique (*Pseudocommis vitis* Debray), dont la constatation est due à une erreur d'interprétation.

» Lorsque la maladie actuelle de la Pomme de terre est assez avancée, que la base de la tige est déjà morte, on trouve, dans 50 pour 100 des cas environ, des mycéliums divers qui concourent à la destruction définitive de la tige, mais qui ne sont que des saprophytes, car on rencontre les bactéries *toujours* plus haut dans la tige. Parmi ces champignons, j'ai pu caractériser : 1° *Rhizoctonia Solani* Kühn (non *R. violacea* sur Pomme de terre), petit sclérote d'un brun très foncé, assez commun sur tubercules, mais que je trouve aussi sur les bases des tiges. Il est considéré par Roze ([3]) comme un parasite, qui peut permettre l'introduction de diverses bactéries, mais le fait exige une confirmation; 2° des conceptacles très petits, munis à la surface de poils noirs rigides, rarement fructifiés et à structure pseudoparenchymateuse, et noirs à l'inté-

---

([1]) Erwin-F. Smith, *A bacterial disease of tomato, eggplant and irish potato* (*Bacillus Solanacearum*). Washington, 1896.

([2]) Prillieux et Delacroix, *La Gangrène de la tige de Pomme de terre* (*Comptes rendus*, t. CXI, p. 208; juillet 1890).

([3]) E. Roze, *La maladie de la Gale de la Pomme de terre et ses rapports avec le* Rhizoctonia Solani *Kühn* (*Bull. Soc. mycologique de France*, t. XIII, p. 23; 1897). *Ibid.*, *Histoire de la Pomme de terre*, p. 287.

rieur; ils doivent être rattachés à un *Vermicularia;* 3° un *Fusarium,* à mycélium blanc fréquent dans les vaisseaux et que la culture m'a montré être très voisin sinon identique à *F. Lycopersici* Sacc., considéré par M. Massee comme la cause d'une maladie de Tomates; je crois, d'après mes expériences, cette espèce saprophyte; 4° un *Torula,* à mycélium noir, un peu pâle, fructifiant dans les vaisseaux, et que je pense être *Torula convoluta* Harz.

» Quant au traitement, les seules indications qu'on puisse donner jusqu'ici, c'est l'emploi d'un assolement au moins triennal dans la culture de la Pomme de terre, afin de purger le sol, qui paraît être le véhicule de la maladie, des germes pathogènes qu'il renferme; on veillera aussi à ne pas sectionner les tubercules de semence et à n'employer que des tubercules provenant de régions indemnes. »

BOTANIQUE. — *L'envahissement des cours d'eau du département de l'Hérault par le* Jussiæa grandiflora (*Michaux*) *et la fructification de cette espèce en France.* Note de M. **P. Carles**. (Extrait.)

« Tout le cours de la rivière d'Orb et le canal du Midi, dans tout l'arrondissement de Béziers, est envahi depuis quelques années par le *Jussiœa grandiflora* de Michaux. Il forme actuellement de véritables prairies aquatiques.

» ... Quelles que soient les causes que divers botanistes ont cru pouvoir assigner à l'introduction de cette plante, d'origine américaine, je crois pouvoir affirmer, avec le Dr Touchy, que c'est au lavage des laines apportées dans notre pays et traitées à Port-Juvénal et à Bédarieux, que l'on en doit attribuer l'apparition.

» ... Actuellement, le *Jussiœa grandiflora* a pour stations, dans le département de l'Hérault :

» 1° Le Lez, les fossés de Lattes, de Gramenet, de Maurin, de la Madeleine (*Fl. de Montpellier*);
» 2° Lunel (*Fl. de Montpellier*);
» 3° Mireval, où M. Paul Marès l'avait signalé en 1857 ;
» 4° Tout le cours de l'Orb depuis Bédarieux;
» 5° Le canal du Midi.

» Quant à la fructification, les auteurs, et notamment Loret, Touchy, Barrandon, sont d'accord pour affirmer que la *Jussiœa* ne fructifie pas en France. Toutefois, pendant le mois de septembre, cette espèce porte ses

fruits sur tout le parcours de la rivière d'Orb. Ces fruits sont des capsules de 29^{mm} de longueur environ, couronnées encore par le calice, et ayant cinq loges polyspermes qui contiennent chacune, en moyenne, une quinzaine de graines.

» Le *Jussiæa grandiflora* (Mich.) fructifie donc en France, et c'est par ses graines qu'il se multiplie abondamment. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 19 août 1901.)

Note de M. *C. Flammarion*, Influence des couleurs sur la production des sexes :

Page 399, première ligne du dernier alinéa, *au lieu de* achromatique, *lisez* monochromatique.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 SEPTEMBRE 1901,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur l'application des équations de Lagrange aux phénomènes électrodynamiques et électromagnétiques.* Note de M. **E. Sarrau.**

« I. Lorsque l'état dynamique d'un système à liaisons indépendantes du temps est défini par r paramètres indépendants $(q_1, q_2, \ldots, q_r)$, sa force vive T est une fonction quadratique homogène des dérivées q', dont les coefficients sont fonctions des variables q. Celles-ci sont déterminées en fonction du temps par les *équations de Lagrange*, dont le nombre est égal à celui des paramètres et dont l'une quelconque est de la forme

$$(1) \qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial q'}\right) - \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial q} = \mathrm{Q}.$$

» Le second membre Q est défini par cette condition que $Q\,dq$ représente le travail des forces directement appliquées correspondant à la variation dq du paramètre q; le travail de ces forces, pour une modification infiniment petite du système, est ainsi $\Sigma Q\,dq$.

» 2. Des applications de ces équations ont été faites par Helmholtz aux phénomènes thermiques, par Maxwell aux phénomènes électrodynamiques. Dans ces recherches, où les phénomènes sont considérés, au fond, comme les manifestations de mouvements internes inappréciables autrement à nos sens, on suppose que l'état physique d'un système peut être défini par des paramètres analogues à ceux qui, dans la Mécanique ordinaire, définissent les mouvements sensibles. On conçoit alors l'état le plus général d'un système comme défini par deux catégories distinctes $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ $(y_1, y_2, \ldots, y_n)$ de paramètres se rapportant, les premiers aux mouvements sensibles, les seconds aux mouvements internes. Ces deux catégories de variables forment l'ensemble des paramètres q de la théorie générale.

» 3. La force vive T est une fonction quadratique des dérivées (x', y') dont les coefficients devraient être considérés *a priori* comme fonctions des (x, y). Les hypothèses restrictives que l'on fait à ce sujet sont les suivantes :

» 1° La forme T est la somme de deux autres T_x, T_y ne contenant, la première que les x', la seconde que les y';

» 2° Les coefficients de cette forme ne dépendent pas des y.

» Pour justifier sommairement ces hypothèses, il suffit de supposer que les y ont des variations rapides avec des valeurs moyennes constantes. Alors, en effet, la valeur moyenne des termes tels que $A x' y'$ est sensiblement nulle, de sorte que la forme bilinéaire qu'il faudrait ajouter à $T_x + T_y$ pour avoir la valeur complète de T, disparaît dans tous les calculs où les valeurs moyennes sont seules considérées.

» D'autre part, on s'explique ainsi l'absence des y dans les coefficients de T, car les valeurs moyennes de ces coefficients dépendent principalement des valeurs moyennes des y, lesquelles sont supposées constantes.

» 4. Les équations de Lagrange, relatives à un paramètre x et à un paramètre y, se présentent sous la forme

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial x'}\right) - \frac{\partial T}{\partial x} = X,$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial y'}\right) - \frac{\partial T}{\partial y} = Y,$$

et comme on a, d'après les hypothèses admises,

$$\frac{\partial T}{\partial x'} = \frac{\partial T_x}{\partial x'} \qquad \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial T_x}{\partial x} + \frac{\partial T_y}{\partial x}$$
$$\frac{\partial T}{\partial y'} = \frac{\partial T_y}{\partial y'} \qquad \frac{\partial T}{\partial y} = 0,$$

on obtient ces deux groupes d'équations

$$(2) \qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T_x}{\partial x'}\right) - \frac{\partial T_x}{\partial x} = X + \frac{\partial T_y}{\partial x},$$

$$(3) \qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T_y}{\partial y'}\right) = Y.$$

» Les équations du premier groupe ne diffèrent, de celles qui régiraient les mouvements sensibles s'il n'y avait pas de mouvements internes, que par la présence, dans chaque second membre, du terme $\frac{\partial T_y}{\partial x}$.

» L'effet qui en résulte est le même que si, aux forces *effectives* dont le travail est $X\,dx$, s'adjoignaient d'autres forces dont le travail fût $\frac{\partial T_y}{\partial x}dx$. Le travail élémentaire du système de ces forces *apparentes* est la somme

$$\sum \frac{\partial T_y}{\partial x} dx$$

étendue à tous les paramètres x, c'est-à-dire la différentielle partielle δT_y prise en ne faisant varier que ces paramètres. Ce travail est ainsi, en grandeur et signe, la variation partielle de l'énergie interne.

» 5. *Électrodynamique*. — Considérons maintenant un système mobile de courants fermés à chacun desquels corresponde un paramètre y en supposant, avec Maxwell, que la dérivée y' de ce paramètre par rapport au temps soit l'intensité i de ce courant.

» L'énergie cinétique T_y est alors une fonction quadratique des variables i que l'on peut mettre sous la forme

$$(4) \qquad \varphi = \frac{1}{2}\sum \lambda i^2 + \sum \mu i i'$$

de notre précédente Communication, et la variation δ de cette fonction, dont les coefficients (λ, μ) ne dépendent que des paramètres x, donne le travail élémentaire des forces apparentes qui correspondent aux forces électrodynamiques d'Ampère.

» La formule (3), qui caractérise les équations du second groupe, devient

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial i}\right) = \mathrm{Y},$$

et le second membre Y est tel que $\mathrm{Y}\,dy$ est le travail correspondant à la variation dy; ce travail peut encore s'écrire $\mathrm{Y}y'\,dt$. Or, sur le circuit correspondant, ce travail se compose du travail électromoteur $ei\,dt$ fourni par la pile et du travail résistant $-ri^2\,dt$ équivalent à la chaleur dégagée par l'effet Joule; on a donc $\mathrm{Y}i\,dt = ei\,dt - ri^2\,dt$, c'est-à-dire $\mathrm{Y} = e - ri$. Les équations (3) deviennent, par suite,

$$(5) \qquad e - ri = \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial i}\right),$$

et elles s'accordent avec celles qui régissent les phénomènes d'induction électrodynamique.

» 6. *Électromagnétisme.* — Ces résultats s'étendent immédiatement aux systèmes formés par des courants et des aimants si l'on considère, avec Ampère et Maxwell, les aimants comme des systèmes de courants particulaires fermés.

» Si, désignant, comme précédemment, par i l'intensité de l'un des courants proprement dits du système, on appelle j celle de l'un des courants élémentaires magnétiques, l'énergie cinétique interne $\mathrm{T}y$ est une fonction quadratique des variables (i, j), que l'on peut considérer comme la somme :

» 1° D'une fonction quadratique φ des variables i;

» 2° D'une fonction bilinéaire φ_1 des variables (i, j);

» 3° D'une fonction quadratique φ_2 des variables j.

$$(6) \qquad \mathrm{T}_y = \varphi + \varphi_1 + \varphi_2.$$

Les coefficients de ces fonctions ne dépendent que des paramètres x, et la différentielle $\delta\mathrm{T}_y$ relative à ces paramètres donne le travail élémentaire des actions mutuelles apparentes.

» Le terme φ_1 se rapportant aux actions réciproques des courants et des aimants n'est pas égal à zéro, comme dans la théorie ordinaire; c'est, au contraire, ce terme qui, par sa différentielle δ, donne le travail élémentaire des forces électromagnétiques.

» Ce même terme intervient également dans les équations qui régissent l'induction dans les circuits; en effet, en le supposant ordonné par rapport

aux variables i, sous la forme $\varphi_1 = \Sigma ai$, on a $\frac{\partial \varphi_1}{\partial i} = a$ et, par suite, d'après (6), en observant que φ_2 ne dépend pas des variables i,

$$\frac{\partial T_y}{\partial i} = \frac{\partial \varphi}{\partial i} + a.$$

» La formule (3) conduit ainsi à l'équation

$$(7) \qquad e - ri = \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial \varphi}{\partial i} + a\right)$$

et le système des équations similaires se rapportant aux circuits est bien celui que l'on admet comme régissant dans ces circuits l'induction électrodynamique et électromagnétique.

» 7. Tous ces résultats s'accordent naturellement avec le *principe de l'énergie,* puisque ce principe n'est qu'une forme du théorème de la force vive et que celui-ci est une conséquence des équations générales (1); mais, pour que cet accord existe, il semble nécessaire d'admettre que l'énergie interne d'un système de courants et d'aimants est purement *cinétique,* sans partie *potentielle,* et d'attribuer par suite le caractère de *forces d'inertie* aux actions mutuelles du système. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation quadratique des fonctions abéliennes.* Note de M. **Georges Humbert.**

« La représentation géométrique, sur une surface de Kummer, de la transformation quadratique des fonctions abéliennes conduit à d'intéressantes propriétés de la surface; inversement, elle fournit, pour les trois équations modulaires de la transformation, une expression remarquablement simple qui forme l'objet de cette Note.

» Soit un premier système de fonctions abéliennes à deux variables, u et v, de périodes normales $(1, 0)$, $(0, 1)$, (g, h), (h, g'); désignons par (k) une surface de Kummer pour laquelle les coordonnées homogènes d'un point sont proportionnelles à quatre fonctions thêta normales d'ordre deux et de caractéristique nulle; ces fonctions sont nécessairement paires, de sorte qu'à un point de (k) répondent, à des périodes près, deux couples u, v et $-u, -v$.

» Soit, de même, un second système de fonctions abéliennes, aux

variables U et V, de périodes normales (1, 0), (0, 1), (G, H), (H, G'); désignons par (K) une surface de Kummer correspondante.

» Supposons maintenant que les deux systèmes soient liés par une transformation du second ordre, c'est-à-dire qu'on puisse faire correspondre les variables par des relations linéaires

$$(1)\qquad U = \lambda u + \mu v, \qquad V = \lambda' u + \mu' v,$$

de manière qu'à un système (u, v), *déterminé aux périodes près,* ne réponde qu'un système analogue (U, V), et que, inversement, à un système (U, V) répondent *quatre* systèmes (u, v). D'après la théorie générale de la transformation, ces quatre systèmes sont de la forme

$$(2)\quad u,\quad v;\quad u+\frac{\mathfrak{P}}{2},\quad v+\frac{\mathfrak{P}'}{2};\quad u+\frac{\mathfrak{R}}{2},\quad v+\frac{\mathfrak{R}'}{2};\quad u+\frac{\mathfrak{P}+\mathfrak{R}}{2},\quad v+\frac{\mathfrak{P}'+\mathfrak{R}'}{2},$$

en désignant par $\frac{\mathfrak{P}}{2}$, $\frac{\mathfrak{P}'}{2}$ et $\frac{\mathfrak{R}}{2}$, $\frac{\mathfrak{R}'}{2}$ deux demi-périodes des fonctions abéliennes en u, v : ces demi-périodes ne sont pas arbitraires; les quatre quantités

$$(3)\qquad (0,\ 0);\quad \left(\frac{\mathfrak{P}}{2}, \frac{\mathfrak{P}'}{2}\right);\quad \left(\frac{\mathfrak{R}}{2}, \frac{\mathfrak{R}'}{2}\right);\quad \left(\frac{\mathfrak{P}+\mathfrak{R}}{2}, \frac{\mathfrak{P}'+\mathfrak{R}'}{2}\right)$$

constituent ce qu'on nomme un *groupe de Göpel* de demi-périodes : géométriquement, les quatre points doubles de la surface (k) dont elles sont les arguments forment les sommets d'un tétraèdre qui n'a comme face aucun des seize plans singuliers de (k).

» D'après cela, à ces quatre points doubles de (k) répond, sur (K), par la transformation (1), un seul et même point double, $U = 0$, $V = 0$, que nous désignerons par A_0. De même, aux douze autres points doubles de (k) répondent, au total, trois points doubles A_1, A_2 et A_3 de (K), dont chacun correspond à quatre points doubles de (k), formant un groupe de Göpel. Les points A_0, A_1, A_2, A_3 sont eux-mêmes, sur (K), les sommets d'un tétraèdre de Göpel.

» Cela posé, les relations (1) établissent entre les deux surfaces de Kummer (K) et (k) une correspondance (1, 4), de sorte que chaque courbe algébrique tracée sur l'une des surfaces a sa correspondante algébrique sur l'autre. Or, si une courbe (c), tracée sur (k), ne se transforme pas en elle-même quand on augmente u, v d'une des trois demi-périodes non nulles du tableau (3), ce qui est le cas pour une courbe prise au hasard, sa correspondante (C), sur (K), sera de même genre et

de mêmes modules, puisque la correspondance entre les points des deux courbes sera univoque. Analytiquement, si l'équation de (c) s'obtient en annulant une fonction thêta, paire ou impaire, d'ordre n, $\theta_n(u, v)$, et si $\Theta(\mathrm{U}, \mathrm{V}) = 0$ est l'équation de (C), on aura

$$\Theta(\mathrm{U}, \mathrm{V}) = e^{\varphi(u,v)}\theta_n(u, v)\theta_n\left(u + \frac{\mathfrak{P}}{2}, v + \frac{\mathfrak{P}'}{2}\right) \times \theta_n\left(u + \frac{\mathfrak{R}}{2}, v + \frac{\mathfrak{R}'}{2}\right)\theta_n\left(u + \frac{\mathfrak{P} + \mathfrak{R}}{2}, v + \frac{\mathfrak{P}' + \mathfrak{R}'}{2}\right),$$

$\varphi(u, v)$ étant un polynome du second ordre en u, v. L'ordre de la fonction thêta, $\Theta(\mathrm{U}, \mathrm{V})$, est, d'après la théorie de la transformation quadratique, la moitié de l'ordre de la fonction thêta de u, v qui figure au second membre, c'est-à-dire $2n$.

» Admettons maintenant que $\theta_n(u, v)$ soit une des seize fonctions thêta normales du premier ordre ; $\Theta(\mathrm{U}, \mathrm{V})$ sera une fonction normale du second ordre, *de caractéristique nulle,* ainsi qu'on le reconnaît aisément en se reportant aux formules générales d'Hermite : sous une autre forme, une des seize coniques de (k) correspond, point par point, à une certaine section plane de (K). D'ailleurs cette conique contenant six points doubles de (k), la relation indiquée plus haut entre les points doubles des deux surfaces montre que la section plane correspondante a pour plan une des faces du tétraèdre $\mathrm{A}_0 \mathrm{A}_1 \mathrm{A}_2 \mathrm{A}_3$, le plan $\mathrm{A}_1 \mathrm{A}_2 \mathrm{A}_3$, par exemple : c'est donc une quartique unicursale, admettant A_1, A_2 et A_3 comme points doubles. Ces trois points, considérés comme appartenant successivement à chacune des deux branches de la quartique qui s'y croisent, ont pour correspondants les six points doubles de (k) situés sur la conique proposée ; comme les rapports anharmoniques de ceux-ci, pris quatre à quatre, sur la conique, sont les modules des fonctions abéliennes liées à la surface (k), on a établi la proposition suivante : *Soient* (K) *une surface de Kummer et* A_1, A_2 *et* A_3 *trois de ses points doubles non situés dans un même plan singulier ; la section de* (K) *par le plan* $\mathrm{A}_1 \mathrm{A}_2 \mathrm{A}_3$ *est une quartique unicursale admettant* A_1, A_2 *et* A_3 *comme points doubles : les six arguments de ces points sur l'unicursale sont les racines d'un polynome du sixième ordre, dont la racine carrée donne naissance à des fonctions abéliennes liées, par une transformation quadratique, aux fonctions abéliennes dont dépend la surface proposée* (K).

» On peut donner à ce résultat une forme plus élégante et plus nette.

» Prenons, dans le plan de la quartique unicursale, le triangle $\mathrm{A}_1 \mathrm{A}_2 \mathrm{A}_3$ comme triangle de référence $xyz = 0$; on sait que la quartique est la

transformée d'une conique, (σ), par la substitution birationnelle

$$xx' = yy' = zz' = 1 :$$

aux points A_1, A_2, A_3, considérés comme appartenant successivement aux branches de la quartique qui s'y croisent, correspondent les six points où la conique (σ) coupe les côtés du triangle de référence : les rapports anharmoniques de ces six points, quatre à quatre, sur (σ), sont donc, d'après ce qui précède, les modules des fonctions abéliennes liées à (k).

» D'un autre côté, les six plans singuliers de (K) qui passent par le point double A_0 coupent le plan $A_1A_2A_3$ suivant six droites tangentes à une même conique (σ'), et leurs rapports anharmoniques quatre à quatre sont les modules des fonctions abéliennes liées à (K). Il est clair, d'ailleurs, en vertu des propriétés de la surface de Kummer, que ces six droites sont les tangentes qu'on peut mener à la quartique unicursale proposée par ses trois points doubles A_1, A_2, A_3, et l'on vérifie sans difficulté, par des calculs élémentaires, que leurs rapports anharmoniques quatre à quatre, sur (σ'), sont les mêmes que ceux des six tangentes qu'on peut mener à la conique (σ) par A_1, A_2, A_3. En d'autres termes, on a démontré : 1° que les modules des fonctions abéliennes liées à (k) sont les rapports anharmoniques des six points où la conique (σ) coupe les côtés du triangle $A_1A_2A_3$; 2° que ceux des fonctions abéliennes liées à (K) sont les rapports anharmoniques des six tangentes menées à la même conique (σ) par A_1 A_2, A_3. De là cet énoncé :

» *Soit donné un radical* $\sqrt{(x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_6)}$; *marquons sur une conique quelconque,* (σ), *les six points qui ont pour arguments unicursaux les quantités* $a_1, a_2, \ldots a_6$, *et joignons-les deux à deux par trois droites, de manière à former un triangle,* T, *dont chaque côté contienne deux des six points et dont aucun sommet ne soit sur la conique. Il existe quinze pareils triangles.*

» *Prenons maintenant le triangle polaire de* T *par rapport à la conique, et soient* $b_1, b_2, \ldots b_6$, *les arguments des six points où ses côtés rencontrent cette courbe : les deux radicaux*

$$\sqrt{(x-a_1)\ldots(x-a_6)} \quad \text{et} \quad \sqrt{(x-b_1)\ldots(x-b_6)}$$

donnent naissance respectivement à deux systèmes de fonctions abéliennes, qui sont liés l'un à l'autre par une transformation quadratique.

» On obtient bien ainsi les quinze systèmes qui dérivent du système primitif par une transformation du second ordre.

» Cette construction se traduit analytiquement sans difficulté et permet d'exprimer les b_i en fonction des a_i.

» Une question intéressante se poserait ici : ce serait la détermination de tous les cas où les points b_i ont, quatre à quatre, les mêmes rapports anharmoniques que les points a_i; on obtiendrait ainsi, par une voie tout élémentaire, des modules de multiplication abélienne complexe. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Védie adresse, de Pau, une Note « Sur les maxima et minima magnétiques et calorifiques des rayons solaires ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. Delaurier adresse une Note intitulée « Résolution du problème de la navigation aérienne ».

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume portant pour titre « Association française pour l'avancement des Sciences, Compte rendu de la 29e Session, Paris, 1900. Seconde Partie : Notes et Mémoires ». (Présenté par M. le général Sebert.)

M. A. Pellet prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *de Jonquières*.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète d'Encke, faites à l'observatoire d'Alger (équatorial coudé de* $0^m,318$ *d'ouverture)*, par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1901.	Étoiles de compar.	Grandeur.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
			m s	′ ″		
Août 9........	*a*	9,0	+0.21,10	+ 1.52,2	12:10	S
9........	*a*	9,0	+0.26,31	+ 1.46,5	12:10	R
13........	*b*	8,7	+0.14,66	+ 9.35,0	12:10	S
13........	*b*	8,7	+0.17,61	+ 9.30,5	12:10	R
14........	*c*	8,0	+0.15,85	— 0.55,7	18:12	S
17........	*d*	8,2	+0.51,27	+10.36,9	12:12	S
18........	*e*	8,9	—0.30,65	+10.16,8	12:12	S

Positions apparentes des étoiles de comparaison.

Dates. 1901.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1901,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1901,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Août 9.	*a*	6.26.41,33	+2,20	+31.25.21,5	— 9,2	W_2.VI^h n° 683.
13.	*b*	6.55.39,74	+2,14	+30.36.29,9	—10,4	B.B, t. VI n° 1398.
14.	*c*	7. 2.51,44	+2,13	+30.32.48,9	—10,7	W_2.VI^h n° 1833.
17.	*d*	7.25. 4,60	+2,07	+29.25.25,6	—11,3	AG. Cambridge (E) n° 4007.
18.	*e*	7.34.11,86	+2,04	+29. 3. 6,3	—11,5	AG. Cambridge (E) n° 4104.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1901.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Août 9...	14.48.16	6.27. 4,63	$\bar{1},741_n$	+31.27. 4,5	0,694
9...	15. 8.11	6.27. 9,84	$\bar{1},744_n$	+31.26.58,8	0,664
13...	15.43.27	6.55.56,54	$\bar{1},740_n$	+30.45.54,5	0,633
13...	15.54.10	6.55.59,49	$\bar{1},738_n$	+30.45.50,0	0,616
14...	15. 4.23	7. 3. 9,42	$\bar{1},737_n$	+30.31.42,5	0,697
17...	15.15.35	7.25.57,94	$\bar{1},732_n$	+29.35.51,2	0,699
18...	15.17.46	7.33.43,25	$\bar{1},731_n$	+29.13.11,6	0,702

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation continue des surfaces.* Note de M. G. TZITZÉICA.

« Dans un Mémoire intéressant, publié dans les *Mathematische Annalen* (Band XLIX, p. 273), M. Stäckel a attiré depuis longtemps l'attention des géomètres sur les surfaces qui admettent un réseau conjugué invariant dans une déformation continue et sur les formules de M. Cosserat qui s'y rattachent. La Note de M. Demoulin (*Comptes rendus*, 29 juillet 1901) montre que cette classe de surfaces est très étendue et qu'elle est formée de trois familles distinctes, correspondant à certaines formes de l'élément linéaire de la sphère.

» Je me propose de faire sur ces surfaces quelques remarques, ayant pour but de préciser leur déformation.

» Considérons d'abord, d'une manière générale, une surface S sur laquelle on a un réseau (α, β) qui reste le même dans une déformation continue, et soit $S(k)$ la surface dépendant du paramètre k, applicable sur S quel que soit k, et ayant avec S le réseau considéré comme réseau conjugué commun. L'élément linéaire de la représentation sphérique de S en coordonnées α, β, appartient à l'une des trois familles de M. Demoulin; il en est de même de celui qui correspond à $S(k)$. Or, dans les coefficients de ces éléments linéaires, il y a une certaine fonction qui satisfait à une équation aux dérivées partielles E. Il résulte de là que le passage de S à $S(k)$ nous donne le moyen de passer d'une solution de E à une autre, et réciproquement. Je vais préciser maintenant ces considérations, en donnant les résultats qui concernent les trois familles d'éléments linéaires indiquées par M. Demoulin.

» I. Prenons d'abord

$$d\sigma^2 = d\alpha^2 - 2\cos 2\omega\, d\alpha\, d\beta + d\beta^2$$

où ω est une solution de

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial\alpha\,\partial\beta} = \sin\omega\cos\omega.$$

Les surfaces S et $S(k)$ sont ici des surfaces de M. Voss, et le passage de S à $S(k)$ correspond à ce que l'on appelle, dans la Géométrie des surfaces à courbure totale constante, la *transformation de Lie*.

» II. Considérons maintenant l'élément linéaire

$$d\sigma^2 = e^\beta\left(d\alpha^2 + 2\frac{\partial\varphi}{\partial\alpha}d\alpha\,d\beta + \varphi\,d\beta^2\right) \tag{1}$$

où la fonction $\varphi(\alpha, \beta)$ satisfait à une certaine équation aux dérivées partielles du troisième ordre. Le passage de S à $S(k)$ correspond au passage de la solution $\varphi(\alpha, \beta)$ à la solution $\varphi[\alpha, \log(e^\beta + k)]$. On voit que $S = S(0)$.

» Il convient de remarquer que l'équation à laquelle satisfait $\varphi(\alpha, \beta)$ admet aussi la solution $A\varphi(a\alpha, \beta + b)$, où A, a, b sont des constantes liées par la relation

$$A = a^{-2} = e^b.$$

» Cette transformation de la solution $\varphi(\alpha, \beta)$ ne change pas l'élément linéaire (1).

» III. Enfin, pour l'élément linéaire

$$d\sigma^2 = \frac{\frac{\partial\varphi}{\partial\alpha}}{\alpha+\beta}d\alpha^2 - 2\frac{\partial^2\varphi}{\partial\alpha\,\partial\beta}d\alpha\,d\beta + \frac{\frac{\partial\varphi}{\partial\alpha}}{\alpha+\beta}d\beta^2$$

le passage de S à $S(k)$ correspond au passage de la solution $\varphi(\alpha, \beta)$ à la solution $\varphi\left(\frac{k\alpha}{k-\alpha}, \frac{k\beta}{\beta+k}\right)$ de l'équation du quatrième ordre à laquelle satisfait $\varphi(\alpha, \beta)$. On a $S = S(\infty)$. »

MÉCANIQUE. — *Esquisse d'une théorie générale des mécanismes.* Note de M. G. **Kœnigs**.

« Toute machine comporte un ensemble de corps matériels résistants, soumis à des liaisons réciproques, sur lesquels on amène les forces naturelles à agir en vue d'un effet voulu, cet effet pouvant consister en un état d'équilibre ou en un état de mouvement.

» Il faut ainsi distinguer dans une machine deux éléments bien distincts. D'abord l'ensemble des corps qui la composent et le système des liaisons établies entre ces corps; c'est cela qui constitue le *mécanisme*. En second lieu, viennent les forces que l'on fait agir sur le mécanisme. La nature et la distribution de ces forces achèvent de définir la machine, en sorte qu'un même mécanisme donnera lieu à autant de machines qu'il existera de systèmes différents de forces, susceptibles de lui être appliqués.

» Considérons dès lors un mécanisme, et appliquons-lui un certain système de forces; trois cas peuvent se présenter :

» 1° Les forces se feront équilibre sur le mécanisme considéré et nous aurons alors réalisé une *machine statique;*

» 2° Les forces produisent un certain mouvement de l'ensemble; nous aurons alors une *machine* fonctionnant à l'état *cinétique*. Il convient d'observer que le mouvement dépendra, non seulement de l'état constructif du mécanisme, *mais aussi* de la nature et de la distribution des forces; l'état initial pourra également être appelé à jouer un rôle, malgré que l'on s'arrange ordinairement pour que l'influence de cet état initial se trouve éliminée au bout d'un certain temps de marche.

» 3° Enfin, il pourra arriver que les forces appliquées aient pour effet de rompre l'état des liaisons existantes et de *dissocier* le mécanisme.

» Cette dernière hypothèse est habituellement passée sous silence; elle a pourtant une importance considérable.

» Observons en effet, d'une part, qu'il serait impossible de démonter un mécanisme et que, par conséquent, il eût été impossible d'effectuer l'opération inverse, à savoir, le montage, sans l'existence de certains déplacements *dissociatifs,* c'est-à-dire qui provoquent la rupture de l'état des liaisons. Les forces capables d'opérer ces déplacements dissociatifs seront directement utiles chaque fois que l'on voudra procéder au démontage, soit total, soit partiel. Or, en dehors des cas où le démontage est rendu nécessaire par des considérations accessoires, telles que les réparations ou le nettoyage, il faut observer que dans bien des cas, le démontage d'un mécanisme rentre dans son mode normal de fonctionnement : exemple, un verrouillage, une serrure, un déclenchement.

» Dans les cas, au contraire, où la production du démontage doit être l'exception, il faudra s'attacher à éviter ces déplacements dissociatifs. Le champ des forces qu'il est possible d'appliquer à un mécanisme se trouve limité par cette nécessité.

» Les cinématiciens ont été et sont encore en désaccord (*voir* Willis, Reuleaux, Laboulaye, édit.) sur le rôle que les forces peuvent bien être appelées à jouer dans la théorie des mécanismes considérés au point de vue purement cinématique.

» Il semble au premier abord que, d'après la conception même de la Cinématique selon Ampère, ce rôle doive être nul. Mais les remarques précédentes nous amènent naturellement à faire une réserve, en nous permettant, en même temps, de donner une mesure exacte du rôle des forces

dans la théorie des mécanismes. *Il ne faut pas que les forces appliquées provoquent la dissociation du mécanisme.* On conçoit que la description d'un mécanisme se complète par l'examen de ses déplacements dissociatifs et par celui des forces susceptibles de provoquer ces déplacements.

» Cette remarque si simple et parfaitement évidente, appliquée à propos, fournit la clef de diverses questions fondamentales et, en particulier, suggère la notion qu'il convient de substituer à la notion de *clôture par force* imaginée par Reuleaux.

» Nous avons appelé *mécanisme* un ensemble de corps résistants, soumis à des liaisons réciproques. Nous supposerons d'abord, pour simplifier, que ces corps sont des solides rigides. Nous étendrons ensuite nos considérations au cas où il existerait des corps déformables, tels que membranes, cordes, fluides.

» Les liaisons se trouvent réalisées par le contact direct de chaque corps du mécanisme avec certains autres. Nous appellerons *contigus* deux membres qui se touchent.

» Soient A et B deux membres contigus. Un certain système S de profils géométriquement définis se trouve pratiqué sur le corps A ; ces surfaces S sont le lieu géométrique des points par où le corps A touche ou est appelé à toucher le corps B. Ce système S sera appelé, suivant la locution de Reuleaux, un *élément cinématique*. Le corps B porte un système S' analogue à S ; S' est le lieu des points par où B touche ou est appelé à toucher le corps A ; S' est l'*élément cinématique conjugué de* S. L'ensemble des éléments conjugués S et S' constitue un *couple d'éléments cinématiques*.

» Dans une prochaine Communication, nous nous proposons d'examiner l'état des liaisons qui peuvent résulter, entre deux corps, de l'établissement, entre ces corps, d'un couple d'éléments cinématiques. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'équilibre des corps élastiques*. Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Sarrau.

« Les méthodes proposées, pour l'étude des corps élastiques en équilibre, obligent à des recherches qui dépendent, non seulement du corps considéré, mais aussi des forces qui lui sont appliquées.

» Il est cependant possible de réduire à un problème unique toutes les questions de cette nature, concernant un corps, de forme primitive donnée, quelles que soient les forces qui le tiennent en équilibre après déforma-

tion : il ne s'agit que de calculer les effets, sur ce même corps, d'un seul système de forces, choisi d'une façon convenable et d'ailleurs entièrement connu. Voici comment on parvient à cette conclusion. Soient ξ, η, ζ, les déplacements d'équilibre, N_1, N_2, ..., T_3, les tensions en un point quelconque, x, y, z, de la masse élastique. Quand les forces appliquées sont toutes superficielles, ce que je suppose, l'une des trois équations indéfinies s'écrit, comme l'on sait, ainsi

$$(1) \qquad \frac{\partial N_1}{\partial x} + \frac{\partial T_3}{\partial y} + \frac{\partial T_2}{\partial z} = 0,$$

les deux autres étant toutes semblables. Si l, m, n représentent les cosinus directeurs de la normale à la surface qui limite le corps, $d\sigma$ l'élément d'aire sur cette surface, enfin ξ', η', ζ', trois fonctions de x, y, z, déterminées et finies en tous les points de la masse, il résulte des équations (1) et des expressions bien connues de N_1, N_2, ..., T_3, que la valeur de l'intégrale suivante,

$$(2) \qquad \int [\xi'(lN_1 + mT_3 + nT_2) + \eta'(lT_3 + mN_2 + nT_1) + \ldots]\, d\sigma,$$

dépend, d'une manière symétrique des ξ, η, ζ, d'une part, ξ', η', ζ', d'autre part.

» Il s'ensuit une proposition, analogue au théorème de Green, déjà remarquée par M. Poincaré, qui en a déduit une importante conséquence.

» Imaginons maintenant que les fonctions auxiliaires, ξ', η', ζ', ne soient pas finies en tous les points de la masse élastique et supposons, par exemple, qu'en un point x_0, y_0, z_0, leurs parties principales soient définies ainsi qu'il suit :

» Ayant posé

$$x - x_0 = R \sin\varphi \cos\psi, \qquad y - y_0 = R \sin\varphi \sin\psi, \qquad z - z_0 = R \cos\varphi$$

on considère une fonction $V = \frac{f(\varphi, \psi)}{R}$, satisfaisant à l'équation $\Delta V = 0$, et l'on détermine ξ', η', ζ' par les relations

$$(3) \qquad \xi' = \frac{\partial V}{\partial x}, \qquad \eta' = \frac{\partial V}{\partial y}, \qquad \zeta' = \frac{\partial V}{\partial z}.$$

» Il est clair d'abord que $f(\varphi, \psi)$ est une fonction harmonique des deux

variables $\tang\frac{\varphi}{2}\cos\psi$, $\tang\frac{\varphi}{2}\sin\psi$. En outre, ξ', η', ζ', donnés par les formules (3), vérifient les équations indéfinies de l'élasticité.

» Le champ des deux intégrales

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned} S &= \int[\xi'(lN_1 + mT_3 + nT_2) + \ldots]\,d\sigma, \\ S' &= \int[\xi(lN'_1 + mT'_3 + nT'_2) + \ldots]\,d\sigma, \end{aligned}\right.$$

étant compris entre la surface qui limite le corps et une sphère infiniment petite, ayant pour centre x_0, y_0, z_0, la différence $S - S'$ s'exprime linéairement au moyen des valeurs de N_1, N_2, ..., T_3 en ce même point.

» Or, on sait faire un choix effectif de la fonction f, de telle manière,

» 1° Que l'intégrale

$$\int[\xi(lN'_1 + mT'_3 + nT'_2) + \ldots]\,d\sigma,$$

étendue à l'aire de la sphère, s'évanouisse, si petit que soit le rayon de cette sphère;

» 2° Que l'expression de $S - S'$ contienne les valeurs de N_1, N_2, ..., T_3, au point x_0, y_0, z_0, multipliées par des constantes dont on dispose.

» Ces conditions remplies, le choix de la fonction f reste encore arbitraire dans une large mesure.

» Sur la surface qui limite le corps, les déplacements (3) correspondent à des pressions dont les composantes

$$(5)\qquad P'_x = lN'_1 + mT'_3 + nT'_2, \ldots$$

sont connues. Imaginons une troisième sorte de déplacements ξ'', η'', ζ'', finis et déterminés en tous les points de la masse élastique et correspondant, sur la surface limite, aux pressions $-P'_x$, $-P'_y$, $-P'_z$. Il est manifeste que le déplacement dont les composantes sont $\xi' + \xi''$, $\eta' + \eta''$, $\zeta' + \zeta''$:

» 1° Satisfait, près du point x_0, y_0, z_0, aux mêmes conditions que ξ', η', ζ';

» 2° Correspond à des pressions nulles sur la surface limite.

» L'intégrale

$$(6)\qquad \int[(\xi' + \xi'')(lN_1 + mT_3 + nT_2) + \ldots]\,d\sigma,$$

étendue à cette surface et dans laquelle les quantités

$$lN_1 + mT_3 + nT_2 = P_x, \ldots,$$

sont les données du problème, fait connaître $N_1, \ldots, T_3$, au point x_0, y_0, z_0.

» Il est bien connu que ces tensions déterminent les déplacements correspondants à des termes près, qui représentent un déplacement d'ensemble. Il est connu aussi que toutes les questions concernant l'équilibre des corps élastiques peuvent être ramenées aux cas dans lesquels les seules forces appliquées sont superficielles, comme je l'ai supposé dans ce qui précède.

» Toutes les difficultés se résument donc dans la recherche des déplacements ξ'', η'', ζ'', ce qui démontre la proposition énoncée au commencement de cette Note. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Évaluation de la résistance à la traction de l'acier, déduite de la résistance au cisaillement.* Note de M. **Ch. Fremont.**

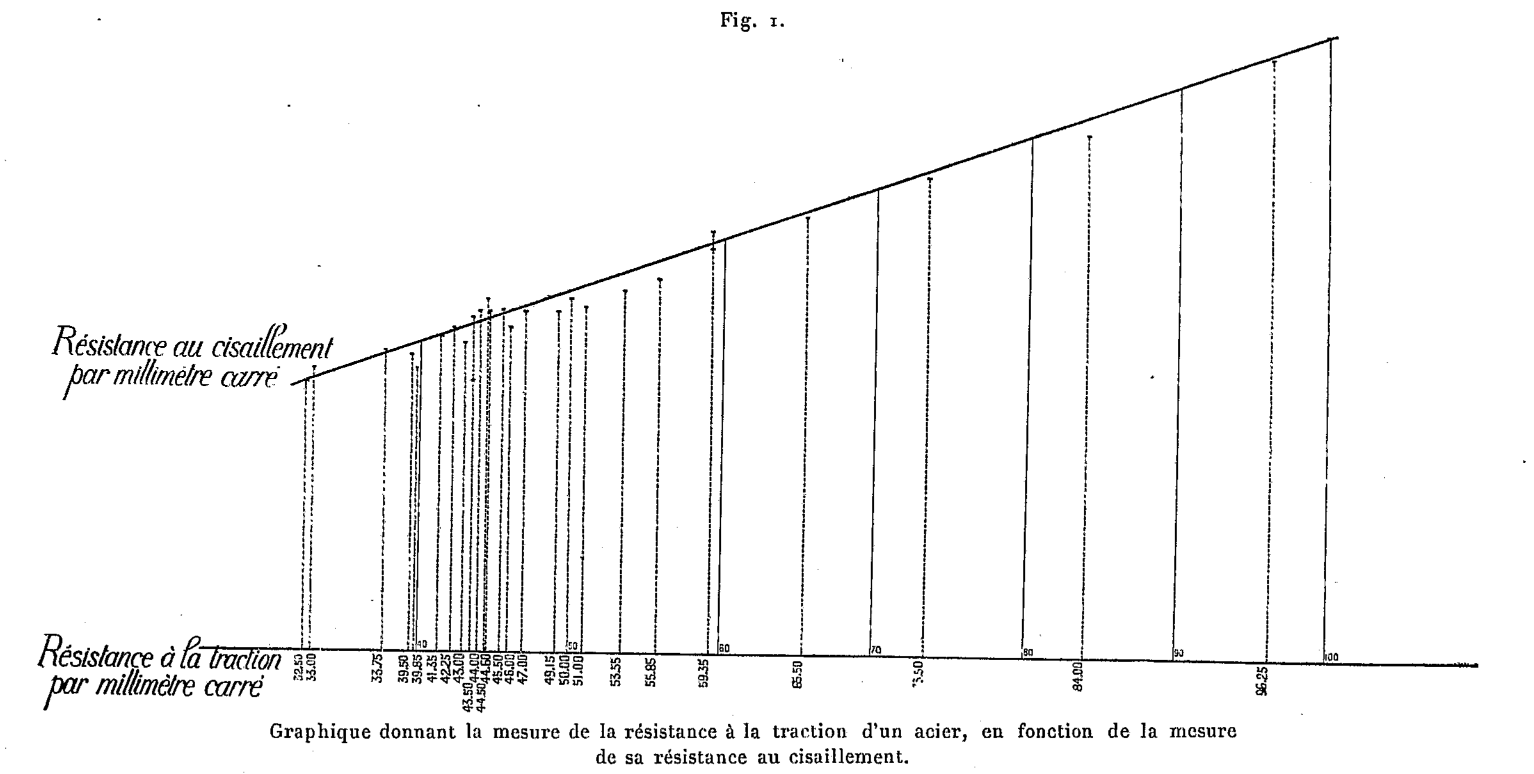
« Dans une première Note (¹) j'ai indiqué la similitude des diagrammes obtenus par des cisaillements successifs, dans le même morceau de métal, et les variations appréciables dans les diagrammes au moindre changement de qualité du métal. Dans une seconde Note (²), j'ai proposé de mesurer la résistance au cisaillement d'un acier à essayer, pour en déduire sa résistance à la traction. Pour appliquer ce procédé de recette des aciers dans la pratique industrielle, il reste à indiquer la loi qui permet de déduire la résistance à la traction, de la résistance au cisaillement effectué entre *deux lames à tranchants parallèles*.

» Si, après avoir choisi une collection d'échantillons d'aciers industriels donnant la gamme des résistances allant des plus doux aux plus durs, par exemple de 33^{kg} à 95^{kg} de résistance à la traction, on trace un graphique (*fig.* 1) en portant en abscisses les résistances à la traction et en ordonnées les résistances mesurées dans les cisaillements correspondants, on obtient, pour le lieu géométrique des efforts du cisaillement, une ligne droite, et l'on constate que les écarts, soit en dessus, soit en dessous de cette droite, sont plutôt moindres que les écarts constatés entre les essais de traction effectués sur une même barre de métal.

(¹) *Comptes rendus*, 10 décembre 1894.

(²) *Comptes rendus*, 4 octobre 1897.

Fig. 1.



Graphique donnant la mesure de la résistance à la traction d'un acier, en fonction de la mesure de sa résistance au cisaillement.

(Échelle 2mm pour 1kg de résistance par millimètre carré.)

» On sait qu'il n'est pas rare de trouver, dans les essais de traction effectués sur une même barre d'acier, des écarts de $3^{kg},4$ et 5^{kg} par millimètre carré de section. Or les écarts constatés dans les essais de cisaillement sont du même ordre et témoignent des mêmes divergences dans l'homogénéité du métal.

» La limite élastique du cisaillement d'un acier permet d'avoir, avec une certaine approximation, la limite élastique à la traction de cet acier, car le rapport entre la limite élastique et la résistance maximum de rupture d'un acier paraît être le même pour le cisaillement et pour la traction.

» Mais en pratique il est souvent difficile de déterminer exactement la position des limites élastiques sur les diagrammes de cisaillement et de traction. »

ZOOLOGIE. — *Sur les premiers stades du développement de quelques Polycystidées.* Note de MM. **L. Léger** et **O. Duboscq.**

« Jusqu'à ces dernières années, le développement classique des Grégarines polycystidées était considéré comme comportant *toujours* un stade intracellulaire. Nous nous sommes élevés contre cette manière de voir, en montrant que, chez une Polycystidée intestinale, *Pyxinia Möbuszi,* la Grégarine n'est jamais intracellulaire et qu'il en est de même pour une Monocystidée cœlomique, *Diplocystis major* (1).

» En ce qui concerne *Diplocystis,* nos observations ont été, depuis, confirmées par Cuénot (2). Par contre, d'après Laveran et Mesnil, une autre espèce de Pyxinia, *P. Frenzeli,* aurait un stade intracellulaire. En étudiant cette espèce, nous avons acquis la conviction que son développement ne comporte pas de phase intracellulaire, et que ces auteurs ont interprété comme telle des figures de sécrétion des cellules épithéliales, erreur déjà faite par Möbusz pour *Pyxinia Möbuszi.*

» De nouvelles recherches, que nous avons poursuivies depuis sur les Dactylophorides et sur les Clepsidrinides, vont prouver que le mode de développement de *Pyxinia Möbuszi* n'est pas un cas spécial.

» *Dactylophorides.*—Nous avons pris, comme sujet d'étude, *Pterocephalus nobilis* de la Scolopendre. Nous avons infesté des Scolopendres avec les sporocystes mûrs de la

---

(1) *Comptes rendus,* 5 juin 1900.

(2) Cuénot, *Recherches sur l'évolution et la conjugaison des Grégarines* (*Archives de Biologie,* 20 avril 1901).

Grégarine. Les sporozoïtes, qui sortent facilement du sporocyste sous l'action du suc gastrique de l'hôte, sont des vermicules effilés, de 10 μ à 11 μ de longueur. Leur noyau, allongé et souvent légèrement étranglé vers son milieu, est toujours situé à l'extrémité postérieure. Nous appelons *antérieure* l'extrémité qui se fixe.

» Douze heures environ après l'infection, l'intestin moyen des Scolopendres est rempli de sporocystes ouverts et vides. Dans le liquide intestinal se voient un grand nombre de sporozoïtes, et déjà beaucoup d'entre eux sont piqués à l'épithélium, enfoncés dans celui-ci jusqu'à la moitié de leur longueur. La portion qui reste au dehors mesure donc environ 5 μ et contient le noyau toujours postérieur. Ils se fixent indifféremment dans les cellules ou entre les cellules et autour du point de pénétration, le plateau cellulaire réagit en formant un petit bourrelet circulaire.

» Dès que le sporozoïte est fixé, la partie intra-épithéliale devient une fine tigelle rigide, difficile à voir, tandis que le segment extérieur commence à grossir, s'élargit et montre bientôt une paroi distincte avec un protoplasme finement granuleux. Le noyau, d'abord condensé, grossit également, s'arrondit et renferme des grains chromatiques entourés d'une zone claire.

» La croissance continue et la partie extracellulaire devient ovoïde, allongée; mais bientôt la jeune Grégarine, qui jusqu'ici avait son grand axe normal à la surface épithéliale, s'incline et se couche en s'aplatissant. Elle présente ainsi une grande partie de sa surface latérale en contact avec l'épithélium, tandis que l'extrémité postérieure, comprenant le noyau, va continuer à s'accroître en reprenant désormais la direction normale primitive. C'est à ce moment qu'en divers points de la face de la jeune Grégarine appliquée sur l'épithélium apparaissent de petites papilles, qui s'allongent rapidement et deviennent les filaments fixateurs qui s'insinuent entre les cellules. L'appareil de fixation primitif, devenu excentrique, se recroqueville, avantageusement remplacé par ces radicelles secondaires. Le septum apparaît postérieurement au développement de ce nouvel appareil de fixation, et, dès lors, la Grégarine continuant sa croissance ne diffère plus de l'adulte que par ses dimensions.

» On ne saurait mieux comparer ce curieux développement qu'à celui d'une jeune plante qui tomberait sur le sol sans se déraciner, et dont la tige couchée donnerait naissance à des racines adventives, tout en continuant de s'accroître par son extrémité qui se redresse.

» Le développement de *Pterocephalus*, comme celui de *Pyxinia*, ne comporte donc, à aucun moment, de stade intracellulaire.

» *Clepsidrinides.* — Nous avons étudié les premiers stades de ces Grégarines chez *Gregarina Munieri* des larves de *Timarcha tenebricosa*, et chez *Gregarina acridiorum* de *Caloptenus italicus*.

» Les sporozoïtes des Clepsidrinides (*Gregarina* Duf.) que nous avons étudiés en provoquant artificiellement la déhiscence des sporocystes, sont de petits vermicules beaucoup plus courts que ceux de *Pterocephalus* et mesurant, par exemple chez *G. Munieri*, environ 6 μ de longueur. De même que chez *Pterocephalus*, leur noyau est toujours situé à l'extrémité postérieure, qu'il remplit sur une longueur de 1μ,5, et montre un étranglement comme s'il était formé d'un karyosome double [1].

---

[1] Cette structure du sporozoïte à noyau postérieur, observée pour la première fois par J. Porter (*Journal of Morphology*, vol. XIV; 1897), est très commune chez

» Nous avons suivi tous les stades de développement, depuis le sporozoïte fixé jusqu'au sporadin adulte, chez *Gregarina acridiorum*. Les sporozoïtes traversent la bordure en brosse et s'enfoncent jusqu'à la moitié de leur longueur dans le protoplasma cellulaire, laissant toujours au dehors la partie nucléée. Puis, la portion intracellulaire se condense en une tête globuleuse, à cytoplasme se colorant vivement, de sorte que la jeune Grégarine, encore très étroite, est maintenant plus courte qu'un sporozoïte.

» L'accroissement commence; la portion extracellulaire, grossissant plus rapidement que la première, la dépasse légèrement en volume, tout en conservant sa forme globuleuse. Une légère constriction apparaît au niveau de la base du plateau et délimite l'épimérite. Bientôt, c'est la portion extérieure qui s'accroît le plus vite; sa taille dépasse peu à peu celle de l'épimérite. Au cours de cette croissance, le septum apparaît dans sa partie supérieure, mais sans relation avec l'étranglement primitif.

» Donc, chez *Gregarina acridiorum* l'épimérite est formé par la portion intracellulaire primitive, tandis que le proto et le deutomérite se constituent aux dépens de la portion extracellulaire primitive.

» Chez *G. Munieri*, nos observations, moins complètes, concordent avec les précédentes. Elles concordent aussi, comme on le sait, avec ce que Bütschli et Cuénot nous ont appris de *G. blattarum*.

» En résumé, nos observations, qui portent sur trois grands groupes de Polycystidées, *Actinocephalides*, *Dactylophorides*, *Clepsidrinides*, montrent que l'évolution typique de ces Grégarines ne comporte, à aucun moment, de stade intracellulaire. En ce point, elles diffèrent notablement des Monocystidées intestinales, dont les stades jeunes, ainsi que l'ont montré Caullery et Mesnil pour divers *Selenidium* et Siedlecki pour *Monocystis ascidiæ*, se passent à l'intérieur des cellules épithéliales. »

ZOOLOGIE. — *De la scissiparité chez les Hydroïdes*. Note de M. **Armand Billard**, présentée par M. Edmond Perrier.

« La scissiparité chez les Hydroïdes a été observée par Kölliker [1], chez une Méduse (*Stomobrachium mirabile*); par Allman [2], chez une espèce qu'il appelle *Schizocladium ramosum*; et tout dernièrement par Murbach [3], chez un Hydroïde libre, l'*Hippolytus peregrinus*.

---

les Grégarines; nous la retrouvons chez *Diplocystis major* et nous ne connaissons actuellement, d'une façon certaine, que ceux des *Stylorhynchus* qui fassent exception.

(1) Kölliker, *Zoologische Beiträge*; 1861.

(2) Allman, *A Monograph of the Gymnoblastic or Tubularian Hydroids* (*Ray Society*; 1871).

(3) Murbach, *Hydroids from Wood's Hool* (*Quart. Journ. Mic. Sc.*, 1899).

» J'ai observé la scissiparité chez l'*Obelia flabellata* Hincks; l'*O. geniculata* Lin.; le *Leptoscyphus tenuis* Allman, et la *Campanularia angulata* Hincks.

» Chez l'*O. flabellata,* le processus diffère peu de celui qui a été observé chez le *Schizocladium ramosum* Allman. On remarque un grand nombre de rameaux qui s'allongent sans former d'hydromérides à leur extrémité et atteignent une longueur de $1^{mm},5$ à 2^{mm}; le cœnosarque se rassemble à la partie distale et s'étire dans les deux tiers de la partie proximale. Il se produit finalement une scission qui isole une petite partie comparable à une planule sans cils vibratiles et que nous appellerons une *propagule* (frustule d'Allman). Cette propagule est longue de $0^{mm},4$ à $0^{mm},9$; elle est entourée par le périsarque, du moins à sa base; mais, par suite de l'allongement rapide du bourgeon, la couche de périsarque sécrétée est très mince et, par conséquent, très fragile; le moindre mouvement suffit à la déchirer et met la propagule en liberté. Si l'on conserve les colonies au repos, les propagules restent à l'extrémité du mince tube de périsarque qui s'allonge de plus en plus et peut acquérir ainsi une grande longueur. Leur accumulation donne naissance à un aspect comparable à un nid de chenilles, les propagules figurant ces dernières et les tubes de périsarque vides représentant la toile qui les retient.

» Les colonies au moment de leur récolte ne présentent jamais cet aspect caractéristique parce que le mouvement des vagues ou les courants de marée suffisent pour détacher les propagules. Celles-ci sont très adhésives, se fixent fortement aux parois des bocaux ou sur les lamelles de verre sur lesquelles elles cheminent par une sorte de glissement. Leur déplacement peut atteindre 4^{mm}, il est indiqué par le tube périsarcal vide qu'elles laissent en arrière d'elles. Après avoir cheminé ainsi elles donnent naissance à un petit bourgeon perpendiculaire au support; ce bourgeon s'allonge et se termine par un hydroméride. Souvent la propagule est consacrée entièrement à la formation de l'hydroméride et de sa petite tige, le stolon horizontal est alors tout à fait vide et parfois aussi la base de la tige. Certaines propagules, après avoir donné naissance à un hydroméride, poursuivent leur marche et sur leur trajet poussent de nouvelles branches verticales qui se terminent par des hydromérides. Les branches verticales bourgeonnent à leur tour et l'on obtient une petite colonie. Les tiges qui naissent des propagules ne sont annelées qu'à leur base et au-dessous de l'hydrothèque, elles diffèrent par là des jeunes colonies observées par Allman qui sont annelées sur toute leur longueur. L'hydroméride né de la propagule a une tige plus grêle et un nombre moindre de tentacules que ceux de la colonie mère; ceci tient sans doute à ce que chaque propagule n'emporte avec elle que peu de matériaux de réserve, c'est seulement après la formation du premier hydroméride que la nutrition peut se faire activement. La production des propagules est beaucoup plus intense quand la colonie émet ses gamozoïdes; lorsqu'elle n'en produit plus, la formation des propagules diminue peu à peu pour cesser au bout d'un certain temps, bien que la colonie reste vivante et produise de nouveaux hydromérides. Il arrive parfois, mais rarement et surtout à la fin du processus, que des hydromérides se détachent.

» Chez l'*O. geniculata* le processus est le même et les propagules ne diffèrent que

par une longueur plus grande ($2^{mm},5$), elles sont moins adhésives, mais une fois fixées elles développent aussi de petites colonies.

» Chez le *Leptoscyphus tenuis*, j'ai observé la production de propagules, mais à cause de la rareté de cette espèce je n'ai pas pu observer leur développement; il est probable qu'il est analogue à celui de l'*O. flabellata* et de l'*O. geniculata*.

» Chez la *Campanularia angulata* la propagule est plus complexe. Chaque petite colonie de cette espèce est en général terminée par un prolongement en massue long d'un centimètre environ et dépourvu d'hydromérides. Celui-ci se fixe par son extrémité distale à une feuille de zostère voisine et se sépare de la colonie mère en emportant le dernier hydroméride. L'extrémité fixée se renfle en forme de cœur présentant deux points de bourgeonnement qui produisent deux stolons opposés, en général parallèles au bord de la feuille de zostère. Sur ces stolons apparaissent bientôt des bourgeons dressés qui se terminent par un hydroméride. Plus rarement la pointe du cœur se prolonge et donne un stolon transversal qui se porte vers le bord opposé de la feuille. Pendant ce développement la propagule se vide peu à peu et l'hydroméride se flétrit, leur substance devant servir à la nutrition de la jeune colonie. Ce tube vide ne tarde d'ailleurs pas à tomber, mais il est cependant facile de reconnaître même chez les colonies âgées leur mode d'origine.

» Allman ne rencontra qu'une fois la scissiparité chez une espèce dont il ne put observer les gamozoïdes. Aussi admit-il la possibilité de la noncoexistence de ces deux modes de reproduction et donna-t-il à l'espèce considérée le nom de *Schizocladium ramosum;* ce nom générique, tiré de cette scissiparité, doit disparaître de la nomenclature, puisque ce phénomène se rencontre chez des espèces bien déterminées, comme je viens de le montrer. Il est probable que l'espèce créée par Allman doive être rattachée au genre *Obelia*, mais elle diffère sous quelque rapport de celles que j'ai étudiées.

» La scissiparité de certaines espèces d'Hydroïdes assure leur multiplication rapide dans les conditions où elles se trouvent placées; dans des conditions biologiques différentes la multiplication d'autres espèces a lieu par un procédé différent que nous étudierons dans une prochaine Note. Le fait est surtout net pour le genre *Obelia*, dont les espèces scissipares vivent soit sur le littoral, mais restent toujours immergées à marée basse, soit dans des eaux profondes; mais là comme ici, il existe des courants de marée qui sont favorables à la dissémination des propagules.

» La scissiparité de la *C. angulata* lui permet de passer d'une feuille de zostère à une autre. Cette multiplication est très active, car à l'extrémité d'une feuille de zostère sur une longueur de 7^{cm} je n'ai pas compté moins de douze colonies nées par ce moyen, et l'on comprend ainsi l'envahissement rapide d'un champ de zostères par cette espèce. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'apparition du Rot blanc* (Charrinia Diplodiella) *en Algérie*. Note de MM. **J.-D. Catta** et **A. Maige**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Le Rot blanc est une maladie de la vigne, connue depuis longtemps en France, où elle produit, de temps en temps, des dégâts d'une certaine importance; mais, généralement, elle se montre beaucoup moins dangereuse que le Mildiou et le Black-Rot.

» Cette maladie, qui n'avait pas encore été signalée en Algérie, à notre connaissance, a causé cette année de sérieux dommages dans un vignoble des environs d'Alger.

» Ce vignoble, situé à Fort-de-l'Eau, très soigneusement cultivé, a été atteint, vers le 15 juillet, par le mal qui a sévi sur une étendue de plusieurs hectares, détruisant les grappes d'une magnifique récolte.

» Nous avons reconnu, par l'examen sur place et au microscope, les caractères du *Charrinia diplodiella* sur les grains et sur les rameaux attaqués.

» Nous avons constaté que les divers cépages ont subi assez inégalement les atteintes de la maladie : l'*Alicante* et l'*Aramon* ont été beaucoup plus sensibles que les autres plants et nous avons observé de nombreux pieds de ces deux cépages dont toutes les grappes étaient entièrement détruites. Chez l'*Aramon* il est arrivé assez fréquemment que le mal s'est arrêté, sans cause apparente, à une certaine hauteur de la grappe, et que la partie malade s'est détachée au moindre choc ou à la moindre agitation du vent, tandis que la partie supérieure restait en bon état. La même particularité s'est présentée, mais bien plus rarement, chez les autres cépages. La chute de toutes ces grappes ou portions de grappes jonchant le sol, quelques-unes avec leurs grains encore turgescents, la rafle seule étant atteinte, donnait à la vigne envahie un aspect particulièrement saisissant.

» Le *Carignan* a été moins sensible à la maladie que l'*Aramon* et l'*Alicante*; nous avons rencontré parfois des pieds de *Carignan* et des pieds d'*Alicante*, que séparait une distance d'un mètre à peine, les premiers presque intacts, les seconds complètement détruits.

» Dans l'ensemble, la perte de la récolte sur l'*Aramon* et l'*Alicante* peut être évaluée aux deux tiers, sur le *Carignan* à un tiers.

» Nos observations sont d'accord avec l'hypothèse de certains auteurs qui supposent que le *Charrinia diplodiella* ne devient dangereux qu'à la suite de déchirures occasionnées aux tissus par une cause étrangère : la maladie a éclaté, en effet, à Fort-de-l'Eau, quelques jours après une chute de grêle qui avait légèrement endommagé le vignoble.

» Nous ne croyons pas que cette manifestation morbide soit la première qui se soit produite en Algérie. Certains faits nous conduisent à penser que la maladie s'est déjà montrée sur d'autres points du département d'Alger, mais qu'elle a passé inaperçue, confondue avec les effets du siroco ou avec les cas de grillage, si fréquents dans ce pays.

» Les sels de cuivre sont venus facilement à bout du mal. La maladie a été très nettement enrayée, à Fort-de-l'Eau, après un énergique traitement à la bouillie bordelaise; l'amputation aux ciseaux de la partie malade des grappes atteintes par leur extrémité inférieure nous a paru donner aussi de bons résultats pour la conservation de la portion restée saine. »

VITICULTURE. — *Sur un cas de déterminisme sexuel, produit par la greffe mixte.* Note de M. **A. Jurie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Je possède, depuis une dizaine d'années, deux plants d'un hybride de M. Millardet n° 160 (Gros Colman *rupestris*).

» D'une très grande vigueur, cet hybride ne m'a jamais donné que des inflorescences à fleurs mâles, sans jamais avoir eu de fleurs pistillées; son pollen, très actif, me sert à féconder artificiellement des variétés à étamines recourbées : Madeleine, Angevine, etc. Il y a quatre ans, je greffai un de ces pieds avec un des hybrides que j'ai obtenus, contenant $\frac{7}{8}$ de sève *Vinifera* et seulement $\frac{3}{8}$ de sève américaine.

» L'an dernier, poussa un rejet sur le porte-greffe. J'observai immédiatement une différence entre le feuillage de ce rejet et le feuillage de l'autre pied *Colman rupestris* resté intact, qui était placé tout à côté : la feuille était plus gaufrée, d'un vert plus foncé; les nervures étaient plus rouges, ainsi que les bois. Toutes ces différences indiquaient l'influence du greffon dont les feuilles sont gaufrées, d'un vert noir, et dont le bois est d'un rouge très foncé.

» Cette année, j'ai taillé ce rejet à deux yeux; les entrenœuds étant très longs, l'œil du haut surpassait les yeux du greffon ; cet œil donna une branche vigoureuse, partit vigoureusement, et au troisième nœud de cette branche sortit une longue inflorescence qui, à ma très grande surprise, noua assez de grains pour former une grappe. Les grains formés grossirent normalement. Tel est le fait matériel très exactement observé.

» Par la pousse du rejet se trouvait réalisée, avec la partie greffée, une greffe mixte; l'influence de la sève élaborée du greffon, en conformité avec la théorie de M. L. Daniel, a donc amené, sur le rejet, une inflorescence à fleurs en partie hermaphrodites. Il est à observer que le greffon contient $\frac{7}{8}$ de sève *Vinifera* provenant de cépages à fleurs hermaphrodites très bien conformées; le sujet lui-même étant de demi-sève *Vinifera* et américaine, la somme des sèves *Vinifera* est prédominante et

a pu déterminer la formation de fleurs hermaphrodites, par une véritable hybridation asexuelle. Telle est l'explication que je trouve de ce fait insolite.

» A ce propos, je dois dire que j'ai en cours plusieurs expériences dans le but de rechercher si, par le greffage, en rendant prédominante une sève commune au sujet et au greffon, on ne peut pas arriver à améliorer le fruit ou rendre la résistance phylloxérique de certains cépages plus considérable. Déjà le hasard m'a fait transformer, par la greffe, un hybride foxé et tardif en un cépage absolument droit de goût et de première maturité.

» Les belles expériences de M. L. Daniel sur la variation dans la greffe des plantes herbacées, appliquées aux plantes ligneuses et principalement aux hybrides de la Vigne, pourront, d'après mes observations, amener à des résultats que l'hybridation seule n'a pu encore réaliser d'une manière complète. »

M. **H. Tival** adresse une Note intitulée « Application des ondes électriques à la transmission des variations lumineuses ».

M. **Molinié** adresse une Note relative à la « Surproduction du maïs ».

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 aout 1901.

Περὶ τῶν πότιμων ὕδατων παρα τοις ἀρχαὶος ὑπὸ φυσίκην καὶ χημικην επὄψιν, Μιχαηλ Κ. Σθεφανιδου. Athènes, 1901; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Berthelot. Hommage de l'Auteur.)

Some oceanographical results of the expedition with the Michael Sars *in the summer of* 1900. *Preliminary report*, by Fridtjof Nansen. Christiania, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

On the use of the hydrometer of total immersion, by Jakob Schetelig. Christiania, 1901; 1 fasc. in-8°.

On a new current-meter invented by prof. Fridtjof Nansen, by V. Walfrid Ekman. Christiania, 1901; 1 fasc. in-8°.

Sur l'intégration de certaines équations aux dérivées partielles du second ordre, par J.-W. Lindeberg. Helsingfors, 1900; 1 fasc. in-4°.

Ueber die Störungen der kleinen Planeten, speciell derjenigen, deren mittlere Bewegung annähernd das doppelte Jupiters Beträgt, von Karl-F. Sundman. Helsingfors, 1901; 1 fasc. in-4°.

Ueber Benzoylester und Kohlehydrate aus normalen und aus diabetischen Harnen, von K. von Alfthan. Helsingfors, 1900; 1 fasc. in-8°.

Ueber die Harze der Copaivabalsame, von Eduar Keto. Helsingfors, 1901.

Beiträge zur Kenntnis der Oedogoniaceen, von Karl-E. Hirn. Helsingfors, 1900; 1 fasc. in-4°.

The John Crerar library sixth annual Report for the year 1900; Chicago, 1901; 1 fasc. in-8°.

Report of His Majesty's Astronomer at the Cape of Good Hope, to the Secretary of the Admiralty, for the year 1900. Londres, 1901; 1 fasc. in-4°.

Bergens Museums aarbog 1901, n° 1. Bergens, 1901; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 aout 1901.

Publications de l'État Indépendant du Congo. Mission scientifique du Ka-Tangà, par le capitaine Charles Lemaire; 3e et 4e Mémoires. Bruxelles, impr. Ch. Bulens, 1901; 2 fasc. in-4°.

Annales du Musée du Congo. Botanique. Série III, t. I, fasc. 1. Bruxelles, 1901; 1 fasc. in-4°.

Currents and potentials on submarine cables produced by sine-wave electromotive forces, by A.-C. Crehore. (Extrait de *The Physical Review*, vol. XII, n° 6, 1901.)

Reciprocally related figures, and the property of equianharmonicity, by Jamshedji Edalji. Ahmedabad, 1901.

Bolletino sismografico dello osservatorio di Quarto-Castello. Spoglio delle osservazioni sismiche dal 1° *novembre* 1900 *al* 31 *luglio* 1901. Mugello, 1901; 1 fasc. in-8°.

The Astrophysical Journal, an international Review of spectroscopy and astronomical physics; vol. XIV, numb. 1, july 1901. Chicago, 1 fasc. in-8°.

Nachrichten von der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematisch-physikalische Klasse, 1901. Heft I. Göttingen, 1 fasc. in-8°.

Till kännedomen om traumats betydelse för uppkomsten af infektiösa cerebralåkommor, af Ernst Ehrnrooth. Helsingfors, 1901; 1 fasc. in-8°.

Studier öfver ägghviteomsättningen inom djurorganismen med särskild hänsyn till dess förhållande under graviditäten, af B.-H. Jagerroos. Helsingfors, 1901; 1 fasc. in-8°.

Základové theoretické astronomie, napsal Gustav Gruss. Prague, 1900; 1 vol. in-8°.

Věstnik Ceské Akademie cisaře Františka Josefa; ročník IX, Čís. 1-9. Prague, 1900; 9 fasc. in-8°.

Rozpravy České Akademie císaře Františka Josefa; třída II, ročník IX. Prague, 1900; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 septembre 1901.

Association française pour l'Avancement des Sciences. Compte rendu de la 29e Session, Paris, 1900; 2e Partie : *Notes et Mémoires.* Paris, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Général Sebert)

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Publication *in extenso,* 1899, 6e Partie. Paris, Imprimerie Nationale, 1901; 1 vol. in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord pendant l'année 1900, n° LIX. Lille, impr. L. Danel, 1901; 1 vol. in-8°.

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier; nouvelle série, t. I, fasc. 1, juillet 1901. Montpellier, Coulet et fils; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

Mémoire de l'Académie de Stanislas, 1900-1901; CLIe année, 5e série, t. XVIII. Nancy, impr. Berger-Levrault et Cie, 1901; 1 vol. in-8°.

Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minérale, 3e série, t. XV, 3e livraison, 1901. *Congrès international des Mines et de la Métallurgie. Travaux du Congrès.* Saint-Étienne; 1 vol. in-8°.

The infra-red solar spectrum of a 60° *rock-salt prism. Energy curves and line spectrum from bolographs of* 1898, observations of S.-P. Langley, with assistance of C.-G. Abbot. (*Pl. XX,* hors texte, du Vol. I des *Annals of the Astrophysical Observatory, Smithsonian Institution.*) 1 feuille in-8°, oblongue, repliée, collée sur toile.

Un correlativo del Teorema di Stewart, del prof. Giuseppe Delitala. (Extr. de *Periodico di Matematica,* t. XVII, juillet-août 1901.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Les Dauphins longirostres du Boldérien (*Miocène supérieur*) *des environs d'Anvers,* par O. Abel. (Extr. des *Mémoires du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique,* t. I.) Bruxelles, 1901; 1 fasc. in-4°.

Protoplasma und Enzym, von Th. Bokorny. Bonn, Emil Strauss, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Die Zahlensprache. Neue Weltsprache auf Grund des Zahlensystems, mit einem unabhängigen Wortschatze von Milionen unveränderlicher Grundwörter, vom Erfinder derselben Ferdinand Hilbe. Feldkirch, impr. L. Sansgruber, 1901; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 SEPTEMBRE 1901,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* GQ, *faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^m,318$ *d'ouverture;* par M. **F. Sy**, transmises par M. Lœwy.

Dates. 1901.	Étoiles.	Grandeur.	Planète. — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
			m s		
Août 21	*a*	9,6	+0.38,35	— 5′.35″,8	12:12
22	*a*	9,6	—0.12,47	— 6.18,7	18:12
22	*a*	9,6	—0.13,82	— 6.19,1	18:12
26	*b*	8,5	—0.23,61	— 6.44,2	12:12
26	*c*	8,8	—2.47,87	—10.50,3	12:12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1901.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1901,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1901,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Août 21.	*a*	22.36.57,41	+4,06	+ 6°.27′. 1″,5	+25″,7	11364 AG. Leipzig.
22.	*a*	22.36.57,41	+4,07	+ 6.27. 1,5	+25,8	11364 AG. Leipzig.
26.	*b*	22.33.32,99	+4,12	+ 6.22.42,2	+26,3	11335 AG. Leipzig.
26.	*c*	22.35.55,53	+4,12	+ 6.26.43,8	+26,4	11358 AG. Leipzig.

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1901.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Août 21...	9.19. 8	22.37.39,82	$\bar{1},563_n$	+ 6°.21′.51″,4	0,675
22...	9.23. 2	22.36.49,01	$\bar{1},548_n$	+ 6.21. 8,6	0,673
22...	9.59.29	22.36.47,66	$\bar{1},475_n$	+ 6.21. 8,2	0,666
26...	9.10.33	22.33.13,50	$\bar{1},536_n$	+ 6.16.24,3	0,673
26...	9.54.42	22.33.11,78	$\bar{1},438_n$	+ 6.16.19,9	0,664

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'existence des fonctions fondamentales.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Picard.

« Soit (S) une surface fermée, jouissant des propriétés suivantes :

» 1° En tout point de (S) il existe un plan tangent bien déterminé ;

» 2° Autour de chaque point p_0 de (S) on peut décrire une sphère de rayon D assez petit, mais déterminé de telle façon qu'une parallèle à la normale à (S) en p_0 ne puisse rencontrer (S), à l'intérieur de la sphère, qu'en un seul point ;

» 3° L'angle aigu ϑ que font les normales à (S), en deux points p_0 et p de (S), satisfait à la condition

$$\vartheta < ar_0^\alpha,$$

a et $\alpha \leqq 1$ étant des nombres indépendants du choix des points p_0 et p, r_0 étant la distance $p_0 p$ (voir Liapounoff, *Journal de Mathématiques*, n° 3, p. 244 ; 1898).

» Désignons par f une fonction de x, y, z, continue avec ses dérivées du premier ordre dans l'espace tout entier, se comportant à l'infini comme

un potentiel de la simple couche et *telle que l'intégrale* $\int f^2\, dT$, *étendue à l'espace tout entier, ait un sens bien déterminé.*

» La démonstration de l'existence des fonctions fondamentales de M. Ed. Le Roy ne dépend que d'un seul théorème, qui s'énonce comme il suit :

» *Soit*

$$f = \alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2 + \ldots + \alpha_p f_p,$$

$\alpha_s (s = 1, 2, \ldots, p)$ *étant des constantes indéterminées,* f_s *étant des fonctions de la même espèce que* f.

» *On peut toujours disposer les* α_s *de façon que l'on ait*

$$\frac{\int \sum \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 dT}{\int f^2\, ds} > \frac{\sqrt{L_p}}{Q},$$

Q *étant un nombre fixe ne dépendant que de* (S), L_p *étant un nombre positif indéfiniment croissant avec l'indice* p.

» Il s'agit de démontrer ce théorème fondamental pour toute surface (S), satisfaisant aux conditions 1°, 2°, 3°, de la manière la plus simple, sans employer aucune transformation du genre de M. H. Poincaré.

» Pour cela, il suffit d'appliquer la même méthode directe que j'ai employée, il y a un an, pour la démonstration du lemme fondamental de mon Mémoire *Les Méthodes générales pour résoudre,* etc. (*Annales de Toulouse,* 2e série, t. II, p. 216), en remplaçant le potentiel de la simple couche par l'intégrale de M. Zaremba [1],

$$W = \int f \frac{e^{-\mu r}}{r}\, ds,$$

μ étant un nombre quelconque positif.

» On aura, si (S) satisfait aux conditions 1°, 2° et 3°,

$$\Delta W - \mu^2 W = 0 \text{ à l'intérieur de } (S),$$

$$(1) \qquad \frac{\partial W_i}{\partial n} - \frac{\partial W_e}{\partial n} = f \text{ sur } (S).$$

$$|W| < \frac{A}{\mu} f_0,$$

---

[1] *Annales de l'École Normale,* t. XV; 1899.

où f_0 désigne le maximum de f sur (S), A désigne un nombre fixe ne dépendant que de (S).

» Posons, pour simplifier l'écriture,

$$K(F,\Phi) = \int \sum \frac{\partial F}{\partial x} \frac{\partial \Phi}{\partial x} d\Gamma, \qquad M(F, \Phi) = \int \Phi F \, d\Gamma,$$
$$N(F, \Phi) = \int F\Phi \, ds.$$

» La transformation de Green nous donne, en vertu de (1),

$$K(W, W) + \mu^2 M(W, W) = N(W, f),$$
$$K(W, f) + \mu^2 M(W, f) = N(f, f).$$

Il est évident que

$$N^2(f, f) < [K(W, W) + \mu^2 M(W, W)][K(f, f) + \mu^2 M(f, f)]$$
$$< \sqrt{N(W, W) N(f, f)}\, [K(f, f) + \mu^2 M(f, f)].$$

Or

$$\sqrt{N(W, W)} < L\sqrt{N(f)},$$

où l'on peut poser, en tenant compte de (1),

$$L = \frac{A}{\mu}.$$

» On a donc

$$N(f) < \frac{A}{\mu} [K(f, f) + \mu^2 M(f, f)].$$

» D'autre part, d'après le théorème de M. H. Poincaré, généralisé un peu (voir S. Zaremba, *Bulletin de l'Académie de Cracovie*, 1901), on peut disposer les α_s de façon que l'on ait

$$M(f, f) < \frac{Q}{L_p} K(f, f).$$

» Il viendra

$$N(f, f) < \frac{A}{\mu}\left(1 + \frac{\mu^2 Q}{L_p}\right) K(f, f).$$

» En posant

$$\mu^2 = L_p,$$

on trouve

$$N(f, f) < \frac{Q}{\sqrt{L_p}} K(f, f),$$

ce qui démontre le théorème énoncé plus haut.

» Je me réserve, dans un Mémoire détaillé, d'indiquer les conséquences importantes de ce théorème, ainsi que de démontrer tous les théorèmes énoncés dans les diverses Notes publiées aux *Comptes rendus* en 1899, 1900 et 1901, pour toute surface (S) satisfaisant seulement à trois conditions générales 1°, 2° et 3° (si l'on y fait $\alpha = 1$). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants intégraux*. Note de M. **TH. DE DONDER**, présentée par M. Appell.

« Cette Note a pour but de montrer l'importance des invariants intégraux relatifs du premier ordre.

» THÉORÈME. — *Pour que le système*

$$(1) \qquad \frac{dx_i}{X_i} = \frac{dy_i}{Y_i} = dt \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

admette l'invariant relatif

$$J = \int \sum_i y_i \delta x_i,$$

il faut et il suffit que ce système soit canonique.

» Ce théorème résulte du n° 32 de mon Mémoire sur les invariants intégraux (*Rendiconti del Circolo di Palermo*, t. XV; 1901). Il résume ceux de M. Poincaré et de M. Kœnigs (*Comptes rendus*, 1895).

» Si le système (1) admet l'invariant relatif

$$J = \int \sum_i M_i \delta x_i + N_i \delta y_i,$$

il suffira de transformer l'élément qui figure sous le signe intégral en une expression de la forme $\sum_i P_i \delta Q_i$ (problème de Pfaff), pour qu'on puisse donner à ce système (1) la forme canonique.

» Si le système (1) a la forme canonique, les *seuls* changements des variables x_i et y_i qui conservent à ces équations leur forme canonique sont ceux qui transforment l'élément $\sum_i y_i \delta x_i$ en un élément de la forme

$$\sum_i M_i \delta N_i + \delta\Omega$$

(transformations de contact en x, p).

» Posons

$$\frac{dq_i}{q'_i} = dt \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

et cherchons le système d'équations différentielles qui admet l'invariant intégral relatif

$$J = \int \sum_i N_i \delta q_i.$$

» Il faut et il suffit que

$$\sum_i \frac{dN_i}{dt} \delta q_i + N_i \delta q'_i$$

soit la différentielle exacte (δ) d'une fonction de t, des q_i et des q'_i. Soit ϖ cette fonction. D'où

$$\frac{dN_i}{dt} = \frac{\partial \varpi}{\partial q_i},$$

$$N_i = \frac{\partial \varpi}{\partial q'_i}.$$

» Donc $\int \sum_i \frac{\partial \varpi}{\partial q'_i} \delta q_i$ est un invariant intégral relatif des équations

$$(2) \qquad \frac{d \dfrac{\partial \varpi}{\partial q'_i}}{\dfrac{\partial \varpi}{\partial q'_i}} = \frac{dq_i}{q'_i} = dt \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» Donc en prenant les $\frac{\partial \varpi}{\partial q'_i}$ et les q_i comme variables, le système prendra la forme canonique (transformation Poisson-Hamilton). Cet invariant intégral est une généralisation de celui de Helmholtz et de Kelvin. Le procédé que nous venons d'employer permet de trouver les formules du Calcul des variations *sans effectuer d'intégrations par parties*.

» Posons

$$\frac{dV}{dt} = \varpi,$$

où la dérivée est prise conformément aux équations (2) (n° 29 de mon Mémoire cité). En procédant ainsi, on pourra déduire d'une façon *naturelle* l'intégrale complète de l'équation de Jacobi, de l'intégrale générale des équations (2). Cette déduction ne peut se faire que d'une *seule* manière.

» Dans le cas où il y a ν variables *indépendantes* $t_1, t_2, \ldots, t_\nu$, nous

dirons que

$$j_\mu = \sum_i \mathrm{N}_i^\mu \delta x_i \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots, n \\ \mu = 1, 2, \ldots, \nu \end{pmatrix}$$

sont les ν éléments d'un invariant relatif du premier ordre du système

$$dx_i = \sum_\mu \mathrm{X}_i^\mu \, dt_\mu,$$

comprenant n équations différentielles totales, si

$$\frac{dj_1}{dt_1} + \frac{dj_2}{dt_2} + \ldots + \frac{dj_\nu}{dt_\nu} = \delta w.$$

» Comme précédemment, on pourra trouver les formules du Calcul des variations à plusieurs variables indépendantes. La méthode d'intégration de Jacobi se généralisera avec la même facilité (*Journ. de Mathém. pures et appl.*, 1899; Mémoire de M. Saltykow).

» Le problème proposé et résolu par M. Ch. Méray (*Annales de l'École Normale*, 1899) peut se ramener à celui de Pfaff; à ce titre, il est utile de voir ce que devient ce problème dans la théorie des invariants intégraux.

» Il sera aussi intéressant d'étendre tout ce qui précède au cas où l'invariant intégral relatif est d'ordre $p > 1$. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'impossibilité de représenter par des courbes isosphygmiques, ou d'égale fréquence de séismes, la répartition de l'instabilité dans une région sismique donnée.* Note de M. **F. de Montessus de Ballore**, présentée par M. Cornu.

« On rencontre, dans un certain nombre de travaux sismologiques estimés et émanés de savants autorisés, des courbes qui, pour certaines périodes de temps plus ou moins longues, sont destinées à représenter, sur la carte des régions sismiques instables, la répartition des points de même fréquence de séismes ressentis. Au moyen d'une équidistance convenablement choisie, elles paraissent très suggestives. On pourrait les dénommer *isosphygmiques* (de σφυγμος, légère secousse de tremblement de terre), réservant le nom d'*isoséistes,* dès longtemps en usage, aux courbes lieux des points où un même séisme a été ressenti avec la même intensité.

» Malheureusement ces courbes isosphygmiques ne semblent avoir au-

cune réalité. Les phénomènes sismiques sont essentiellement discontinus dans le temps et dans l'espace, comme il est facile de s'en convaincre, et c'est ce qui explique le peu de succès des lois périodiques énoncées à leur sujet, mais toujours reconnues fausses un jour ou l'autre. Quant à la discontinuité dans l'espace, elle est évidente dans tous les pays à tremblements de terre, où les points, même fort voisins, sont, au su de tous, très inégalement sujets aux secousses.

» Le tremblement de terre de l'Inde nord-est, du 12 juin 1897, est venu fournir une occasion à peu près unique de donner de cette discontinuité une démonstration expérimentale. Le Mémoire d'Oldham, superintendent of the geological Survey of India (¹), donne le moyen de déterminer les temps de 5210 séismes bien définis et la surface ébranlée par chacun d'eux.

» Ces séismes ont offert 251 foyers d'ébranlement, ou épicentres, d'importance très inégale, présentant de 1 à 7,5 séismes, et distribués sur un vaste territoire, du Gange à la sortie du Bhramapoutre du Thibet pour entrer dans l'Assam, et de l'Himalaya au golfe du Bengale jusqu'à la côte d'Arracan. Or, en cherchant combien de fois ces 251 points et 32 autres convenablement choisis ont été chacun ébranlés comme centres de séismes, ou englobés dans l'aire d'action d'un séisme, on obtient des nombres qui présentent une irrégularité des plus complètes, irrégularité qui s'étend au même degré à l'aire épicentrale, ou de plus grande agitation, formée par les Garo et les Khasi Hills.

» Si l'on considère ces nombres comme les altitudes des points d'une surface topographique dont les horizontales équidistantes seront les isosphygmiques cherchées, il est impossible de se tirer d'un inextricable fouillis de dépressions et d'éminences sans loi. Tout ce qu'on y peut discerner, c'est la prédominance, facile à prévoir, des gros chiffres dans la région épicentrale.

» D'ailleurs il est facile de montrer que les courbes isosphygmiques ne peuvent exister. Soient, en effet, deux points A et A', épicentres d'instabilité plus ou moins grande, mais notable, et tels qu'il n'y ait dans l'intervalle que des points très stables, en ce sens du moins que les séismes y ressentis n'y ont jamais eu leur foyer, cas très fréquent dans toutes les régions sismiques. Leur distance sera, par exemple, de 50^{km}, 100^{km}. Soit O un point intermédiaire quelconque, ou mieux divisant le segment AA' dans

(¹) *List of aftershocks of the great earthquake of 12th june 1897.*

le rapport inverse des fréquences sismiques propres aux points A et A′. De A (ou de A′) sont émanés m (ou m') séismes n'englobant pas O, n (ou n') séismes englobant O, mais non A′ (ou A), et p (ou p') séismes englobant O et A′ (ou A). Les altitudes de la surface topographique en A, O et A′ seront respectivement

$$m+n+p+p', \quad n+n'+p+p', \quad m'+n'+p'+p,$$

telles que la fréquence de O sera très notablement inférieure à celle des points A et A′, et l'écart $m+n'$ (ou $m'+n$), au lieu de s'atténuer avec le nombre des observations, ne fera que s'accentuer, puisque les séismes à petite surface sont infiniment plus nombreux que les autres, de telle sorte que m surpasse d'autant plus n, et n est d'autant plus grand que p, que la somme $m+n+p$ est plus grande, fait d'expérience. La surface topographique ne peut donc présenter aucune régularité, comme l'ont supposé implicitement les sismologues qui ont tracé des courbes isosphygmiques.

» Ces courbes sont donc à rejeter pour la représentation de l'instabilité dans une région donnée; il y faut un procédé discontinu, comme le phénomène lui-même. »

MÉDECINE. — *Sur l'apparition simultanée des moustiques du genre* Anopheles *et des premiers cas de paludisme dans la région de Constantine*. Note de M. **A. Billet**, présentée par M. A. Laveran.

« M. Laveran a depuis longtemps [1] observé qu'en Algérie, et dans la région de Constantine en particulier, les cas de paludisme de première invasion surviennent dans les derniers jours du mois de juin. Il était intéressant de vérifier si cette date coïncidait avec l'apparition des moustiques du genre *Anopheles*, considérés comme les principaux agents de propagation des hématozoaires du paludisme.

» J'ai pu m'assurer dernièrement que le fait était rigoureusement exact pour la région de Constantine. Sur les indications de M. Laveran, j'ai surveillé attentivement l'éclosion des premiers moustiques dans un certain nombre de localités notoirement palustres, voisines de cette ville.

» Dès le 28 mai 1901, à la suite des premières fortes chaleurs (au-dessus de 35° C). et d'orages assez violents, plusieurs espèces de moustiques du genre *Culex* (principa-

(1) *Traité du Paludisme*, p. 23; 1898.

lement *C. pipiens* et *C. spathipalpis*) faisaient leur apparition; mais il m'était impossible de découvrir un seul *Anopheles*, même à l'état larvaire.

» Ce n'est qu'à dater du 15 juin que j'ai commencé à recueillir ou à recevoir des échantillons de ces derniers. Voici les dates de ces captures ou de ces envois :

» 1° Le 16 juin, du lac du Bourzel, situé entre Sétif et Batna, dans un lot de quarante moustiques environ, dont les trois quarts appartenaient à différentes espèces de *Culex*, je note neuf *Anopheles claviger*. Tous étaient des individus femelles, gorgés de sang humain (reconnaissable à la forme de quelques globules non encore altérés).

» 2° Le 18 juin, cinq exemplaires appartenant à la seule et même espèce (*A. claviger*), récoltés au poste de la caserne du Bardo, située sur les bords du Rummel. C'est là qu'est logé le 5e escadron du train qui fournit les quatre cinquièmes des cas de paludisme de la garnison de Constantine.

» 3° Le 21 juin, du pénitencier d'Aïn-el-Bey, localité éminemment fébrigène, située à 20km environ au sud-est de Constantine, au milieu d'une vingtaine de mouches et moucherons de tout genre, dix moustiques se rapportant tous à la même espèce : *A. claviger*. Détail intéressant : chez deux de ces *Anopheles*, j'ai reconnu très aisément, sur la paroi stomacale, la présence de nombreux kystes renfermant en abondance les sporozoïtes caractéristiques de l'hématozoaire du paludisme.

» Ces *Anopheles* avaient été capturés dans les chambres du pénitencier où couchent les soldats préposés à la garde des détenus.

» 4° Enfin, le 24 juin, dans un lot d'insectes divers recueillis au hasard dans les baraquements du polygone, à 7km de Constantine, sur la route de Sétif et non loin du Rummel, je trouve encore trois exemplaires du même *Anopheles claviger*.

» Or, par une coïncidence frappante, à dater du 26 juin jusqu'au 10 juillet, entraient successivement à l'hôpital militaire de Constantine, atteints de paludisme :

» 1° Deux cavaliers du train des équipages, casernés au Bardo;

» 2° Un soldat indigène du 3e tirailleurs, qui était resté en mission au pénitencier d'Aïn-el-Bey, du 15 au 20 juin. Cet homme n'avait pas ressenti de manifestations paludéennes depuis plusieurs années. On peut donc le considérer comme un récidiviste, autrement dit comme un cas de nouvelle infection;

» 3° Trois soldats du 3e zouaves, casernés au camp des Oliviers, non loin de la route de Sétif et, par conséquent, du Rummel; l'un d'entre eux a même présenté des symptômes pernicieux à allures typhoïdes très graves;

» 4° Un soldat du 13e d'artillerie, qui avait été envoyé au polygone pendant les mois de mai et de juin.

» Ces différents cas étaient, sans exception, des cas de paludisme de première invasion, c'est-à-dire survenus chez de jeunes soldats venant de France, incorporés au mois de novembre 1900, et non encore impaludés. Du reste, chez tous, l'examen du sang a révélé la présence des formes d'hématozoaires spéciales aux cas de première invasion, c'est-à-dire la forme annulaire et petite et les corps en croissant.

» Voilà donc un nouvel exemple, des plus probants, de la coexistence presque simultanée des premiers *Anopheles* de l'année et des premières atteintes de paludisme à Constantine.

» La constatation, dans un cas, de la présence des sporozoïtes malariques dans la paroi stomacale des *Anopheles*, présente un intérêt tout particulier, au point de vue de la relation de cause à effet, entre l'apparition des *Anopheles* d'une part, et l'éclosion de ces premiers cas de paludisme d'autre part. »

ZOOLOGIE. — *Sur la biologie de la Galéruque de l'Orme*. Note de M. A. **Menegaux**, présentée par M. Joannes Chatin.

« L'insecte qui fait l'objet de cette étude a bien été décrit, ainsi que sa larve, par les entomologistes, sous les noms de *Galeruca* (*Chrysomela*) *xanthomelæna* L. (ou *calmariensis* Schz., ou *cratægi* Bach.), mais ses mœurs insuffisamment connues ont donné lieu à des opinions contradictoires. Sa multiplication dans ces dernières années est devenue tellement extraordinaire, qu'il peut être rangé maintenant parmi les insectes très nuisibles. Il m'a paru intéressant de préciser certains points de sa biologie et de rechercher un moyen simple et peu coûteux pour le détruire.

» L'insecte et sa larve vivent de préférence sur l'Orme champêtre (*Ulmus campestris* L.) et ses diverses variétés (*aurea, belgica, crispa, latifolia, modiolina, pyramidalis, suberosa, vegeta, viminalis,* etc.). La variété *belgica* (son bois est plus dur) paraît moins appréciée que les autres, car elle peut rester intacte à côté de la variété ordinaire (route de Versailles à Choisy).

» Cet animal a été cité sur *U. pedunculata* Foug. (*effusa*), et je l'ai trouvé en abondance sur *U. montana* Wither (var. *pendula* et *pyramidalis*), sur *U. fulva* Michx, sur *U. americana* Willd et même sur *U. pumila* L.

» J'ai pu constater en outre qu'il n'attaque pas *Planera* (*Zelkowa*) *crenata* Spach de Sibérie, malgré une parenté assez rapprochée pour qu'on puisse greffer *Planera* sur *Ulmus*.

» A part quelques contrées, comme les environs de Zurich et de Lucerne, où je ne l'ai pas rencontré sur *U. montana* cette année, et le Poitou où les Ormes champêtres sont encore indemnes, on peut dire que les feuilles des Ormes de toute l'Europe occidentale ont été rongées cette année, car de tous côtés se sont élevées des plaintes sur les méfaits de cet insecte. Depuis quatre ans il attaque, comme adulte et comme larve, les Ormes des forêts, des routes, des haies, des parcs et des pépinières. Pourtant, je dois ajouter que les Ormes de certains boulevards de Paris n'ont pas plu à ces bestioles : la raison en est peut-être dans la couche assez épaisse de poussière qui recouvre les feuilles et doit gêner leur attaque.

» Cette année, les adultes ont apparu le 21 avril dans le sud de Paris, après quatre jours de chaleur succédant brusquement à des froids pluvieux, et au moment de l'éclosion des bourgeons de l'Orme, dont les feuilles atteignaient à peine 1^{cm}

et furent bientôt percées de nombreux trous. A cette date, les organes génitaux mâles bien développés étaient bourrés de spermatozoïdes, tandis que les femelles ne présentaient pas encore d'œufs mûrs. L'accouplement qui eut lieu peu de temps après amena la ponte vers la fin de mai. Elle se fait en plusieurs fois, par groupe de 15 et 21 œufs généralement, disposés à la face supérieure ou plutôt inférieure des feuilles, en deux ou trois rangées. Ces œufs sont jaune citron, leur forme rappelle celle d'une bouteille et ils sont collés entre eux et à la feuille par leur base, séparée du ventre par un rétrécissement annulaire.

» Le 3 juin se produisirent les premières éclosions. Elles s'échelonnèrent jusqu'à la fin du mois. Les larves ont environ 1^{mm} de long, elles sont couvertes de poils noirs, et elles sortent par une déchirure assez irrégulière qui détache presque le col et qui est toujours située du côté de l'axe d'alignement dans les deux rangées externes. Dans la troisième, qui est médiane, les orifices de sortie sont tous du même côté, soit à droite, soit à gauche.

» Après le 20 juin, les adultes ont tous disparu. Les larves jeunes pratiquent dans le tissu chlorophyllien de petites excavations entre les fines nervures; puis, au fur et à mesure qu'avec les mues l'armature buccale se fortifie, les espaces grandissent, mais jamais la perforation n'est complète, car il reste toujours une fine pellicule qui est la cuticule de l'épiderme supérieur et qui prend bientôt, par dessiccation, une teinte brune dont la couleur contraste avec celle de quelques îlots chlorophylliens persistants.

» La larve subit plusieurs mues pour arriver à une taille de 7^{mm}, en prenant une teinte de plus en plus jaune. Le procédé est le même que chez les Coccinellides : les dépouilles restent sous les feuilles ou s'accumulent sous l'arbre. La larve se laisse bientôt tomber sur le sol, s'y enfonce et s'entoure d'une enveloppe jaunâtre. La nymphose dure environ huit jours suivant la température, et l'adulte sort pour se rendre sur les feuilles épargnées par les larves. Il les ronge en les perforant complètement et on peut l'y rencontrer jusqu'à la fin de novembre (l'an dernier, 24 novembre), si les conditions climatériques sont favorables et si de nouvelles feuilles lui fournissent de la nourriture.

» Mais, dans ces adultes, je n'ai jamais trouvé de spermatozoïdes mûrs, ni d'œufs prêts à être pondus. Les testicules sont remplis d'une abondante graisse liquide, orangée, tandis que les tubes ovariens, remplis de noyaux, sont très minces et inclus dans un riche et fin lacis de trachées; le tout est d'ailleurs peu développé. Je puis donc conclure de ces faits que le repos hivernal est nécessaire aux deux genres, pour arriver à la maturité sexuelle.

» A l'automne, quand la nourriture devient moins abondante et la chaleur moins vive, ils choisissent leurs quartiers d'hiver. Ce sont les greniers, les salles inoccupées, où ils s'amassent par boisseaux; ou bien ils se blottissent dans des anfractuosités naturelles ou sous les feuilles mortes. Là ils peuvent résister au froid et ils se réveillent aux premiers beaux jours.

» Donc, contrairement à l'opinion de Heeger, et en cela d'accord avec Dawall et Eppelsheim, j'admets que, dans nos pays, la Galéruque n'a qu'une génération annuelle: que ce sont toujours les adultes qui hivernent et que la ponte ne se fait qu'au printemps.

» Pour la destruction de ces insectes, on a recommandé et utilisé des pulvérisations d'anhydride sulfureux liquide, de pétrole et savon, de sulfure alcalin, de formol, de nicotine et mildiol, etc., qui se sont montrées efficaces contre les larves, mais inefficaces contre les pontes. L'anneau de papier et goudron autour du tronc, que préconise Dawall, ne peut être d'aucun effet.

» On obtiendrait de meilleurs résultats en offrant aux larves, sous les Ormes, un lit de mousse ou de foin, où elles pourraient se réfugier pour se chrysalider, et qu'on incinérerait ensuite; ou bien en détruisant les adultes en les faisant tomber des branches, le matin au lever du soleil, et en les recueillant sur des toiles étendues. J'ajouterai que la recherche des retraites hivernales, le ratissage des feuilles mortes et leur incinération arriveraient à débarrasser le parc ou la pépinière de la majeure partie de ces animaux. »

M. **V.-M. Bec** adresse un travail manuscrit relatif à l' « Extraction des racines des nombres ».

(Renvoi à l'examen de M. Appell.)

M. **Ch. Sibillot** adresse une Note relative à l' « Aviation ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 septembre 1901.

(*Suite.*)

Subject list of works on Chemistry and Chemical technology in the library of the Patent office. Londres, 1901; 1 fasc. in-16.

Almanach der kœnigl. bayerischen Akademie der Wissenschaften, für das Jahr 1901. Munich, J. Roth; 1 fasc. in-16.

Report in the Kodaikanal and Madras observatories, for 1900-1901; 1 fasc. in-4°.

Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, XXIII-XXXVIII, Mai-Juli 1901. Berlin, Georg Reimer; 10 fasc. in-8°.

Archives du Musée Teyler, série II, vol VII, 3e Partie. Haarlem, Paris, Leipsig, 1901; 1 fasc. in-4°.

Natuurkundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, Deel LX. Amsterdam, P. Roem, 1901; 1 vol. in-8°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg, t. VIII, n° 4. Saint-Pétersbourg, 1901; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 SEPTEMBRE 1901.

Congrès international de Météorologie. Paris, 1900. *Procès-verbaux des Séances et Mémoires,* publiés par M. ALFRED ANGOT. Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 vol. in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques, Journal des Candidats aux Écoles spéciales, à la Licence et à l'Agrégation, dirigé par MM. C.-A. LAISANT et X. ANTOMARI, 4e série, t. I, septembre 1901. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut, t. XIII, n° 152, livraison du 15 août 1901. Paris, Paul Dupont; 1 fasc. in-8°.

Specola vaticana. Tavole matematiche pei calcoli di riduzione delle fotografie stellari per le zona vaticana (55°-64°), del Sac. Dottor FRANCESCO MORANO. Roma, 1901; 1 fasc. gr. in-8°.

Mitteilungen der königlichen Universitäts-Sternwarte zu Breslau, I. Band, herausgeg. v. dem Director Sternwarte JULIUS-H.-G. FRANZ, mit 6 Tafeln. Breslau, Maruschke et Berendt, 1901; 1 fasc. in-4°.

Annual Report of the Smithsonian Institution; 1897, 1899. Washington, 1901; 3 vol. in-8°.

Société industrielle de Mulhouse. Programme des prix proposés à décerner en 1902. Mulhouse, 1901; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 5 août 1901.)

Note de M. *G. de Metz,* Capacité électrique du corps humain :

Page 335, ligne 2 en remontant, *au lieu de* 10^{cm}, *lisez* 100^{cm}.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 SEPTEMBRE 1901,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Démonstration et usage des formules relatives au réfractomètre.* Note de **M. A. Cornu.**

« Les formules données précédemment (p. 125-130) pour la détermination complète en grandeur et en direction des paramètres optiques d'un cristal peuvent être établies d'une manière assez simple.

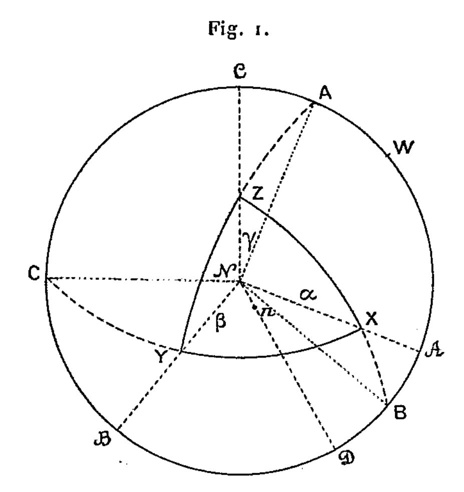
» Le premier groupe (4) est purement géométrique : il fournit les angles α, β, γ, que la normale $\mathfrak{N}$ à la face cristalline (*fig.* 1) fait avec les trois axes principaux X, Y, Z, indépendamment de la grandeur des paramètres $\left(a = \frac{1}{n_x}, b = \frac{1}{n_y}, c = \frac{1}{n_z}\right)$ de l'ellipsoïde qui caractérise la surface de l'onde lumineuse dans le cristal.

» Le second groupe (5), au contraire, dépend essentiellement de ces paramètres en grandeur et en direction, ainsi que la formule (3) établie au cours de l'analyse du phénomène.

» *Premier groupe.* — La projection stéréographique ci-dessous fournit immédiatement les triangles sphériques qui lient les angles inconnus α, β, γ aux données de l'observation : ces données sont les azimuts $\mathfrak{N}$A, $\mathfrak{N}$B, $\mathfrak{N}$C des trois plans de réflexion dans lesquels on a mesuré les incidences qui ont fourni respectivement les indices n_x, n_y, n_z.

» La normale $\mathfrak{N}$ à la face réfléchissante (supposée dans l'intérieur du trièdre trirectangle des axes, comme sur la figure, hypothèse que l'on peut toujours faire) est

Fig. 1.



le sommet de trois triangles rectilatères X$\mathfrak{N}$Y, Y$\mathfrak{N}$Z, Z$\mathfrak{N}$X dont les côtés communs sont précisément les arcs α, β, γ : les angles en $\mathfrak{N}$ ont pour mesure les arcs $\widehat{\mathcal{A}\mathcal{B}}$, $\widehat{\mathcal{B}\mathcal{C}}$, $\widehat{\mathcal{C}\mathcal{A}}$ respectivement égaux aux arcs $\widehat{AB}$, $\widehat{BC}$, $\widehat{CA}$ comme tournés *dans le même sens* de 90°. (Il n'en serait pas ainsi dans le cas où $\mathfrak{N}$ serait en dehors du triangle XYZ). Ainsi dans X$\mathfrak{N}$B on a la relation

$$0 = \cos\alpha\cos\beta + \sin\alpha\sin\beta\cos\widehat{AB},$$

d'où l'on tire cos AB et les deux autres cosinus analogues, par permutation tournante, car la permutation s'applique dans le même sens à l'ordre de succession des points A, B, C : XYC, YZA, ZXB. Il vient donc :

$$\cos\widehat{AB} = -\cot\alpha\cot\beta,$$

$$\cos\widehat{BC} = -\cot\beta\cot\gamma,$$

$$\cos\widehat{CA} = -\cot\gamma\cot\alpha.$$

Divisons la seconde équation par le produit des deux autres; il vient

$$(4_a)\qquad \operatorname{tang}^2\alpha = -\frac{\cos\widehat{BC}}{\cos\widehat{AB}\cos\widehat{CA}}.$$

C'est la première formule du groupe (4) (p. 130).

» Les trois angles $\widehat{AB}$, $\widehat{BC}$, $\widehat{CA}$ ayant entre eux la relation

$$\widehat{AB} + \widehat{BC} + \widehat{CA} = 360^\circ,$$

on peut éliminer l'un d'eux dans la formule (4_a), par exemple $\widehat{BC}$,

$$\cos\widehat{BC} = \cos\left(\widehat{AB} + \widehat{CA}\right).$$

Substituant et réduisant, il vient [1]

$$(4_b)\qquad \begin{cases} \cos^2\alpha = \cot\widehat{AB}\cot\widehat{CA}, \\ \cos^2\beta = \cot\widehat{BC}\cot\widehat{AB}, \\ \cos^2\gamma = \cot\widehat{CA}\cot\widehat{BC}, \end{cases}$$

valeurs qui satisfont d'elles-mêmes à la condition

$$\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma = 1.$$

» Ces formules, purement géométriques, sont théoriquement à l'abri de toute difficulté dans leur emploi : mais, en pratique, l'incertitude inévitable que présente la détermination de l'azimut d'un maximum ou d'un minimum amène parfois des embarras dont il faut être prévenu.

» Ainsi, il peut arriver que les données de l'observation substituées dans les formules (4_b) conduisent à des valeurs négatives pour les carrés des cosinus, c'est-à-dire à des solutions imaginaires pour les angles α, β

---

(1) On peut, par une simple construction géométrique, obtenir ces angles α, β, γ, c'est-à-dire déduire directement les points X, Y, Z des points A, B, C, en superposant à la projection stéréographique une projection orthogonale auxiliaire sur le plan de la face cristalline qui est ici le plan de la figure. On sait, en effet, que la projection orthogonale du sommet d'un trièdre trirectangle sur un plan qui coupe ses trois arêtes est le point de concours des trois hauteurs du triangle, intersection des trois faces avec le plan sécant. On reconnaît aisément que les trois côtés de ce triangle sont parallèles aux directions $\mathcal{N}A$, $\mathcal{N}B$, $\mathcal{N}C$ et les trois hauteurs à $\mathcal{N}\mathcal{A}$, $\mathcal{N}\mathcal{B}$, $\mathcal{N}\mathcal{C}$.

Prenant le point $\mathcal{N}$ comme point de concours des trois hauteurs $\mathcal{N}\mathcal{A}$, $\mathcal{N}\mathcal{B}$, $\mathcal{N}\mathcal{C}$ d'un triangle de dimension arbitraire on est conduit à un trièdre dont on construit tous les éléments angulaires par des rabattements évidents.

ou γ. Or, d'après la nature du problème, ces valeurs sont nécessairement réelles [1] : il faut donc que les trois cotangentes soient de même signe; par suite, les angles $\widehat{AB}$, $\widehat{BC}$, $\widehat{CA}$ ramenés entre 0° et 180° par addition ou soustraction de 180° doivent aussi être de même signe. Cette condition fournit un contrôle qualitatif de l'exactitude des observations; si elle n'est pas remplie, c'est qu'il s'est glissé quelque erreur; il y a lieu alors de reviser les observations et, au besoin, de recommencer les mesures jusqu'à ce que les azimuts satisfassent à la condition de réalité du cosinus.

» Il y a cependant un cas où l'on n'y parvient pas d'une manière satisfaisante, à cause de l'incertitude des observations. C'est celui où certaines différences d'azimut sont très voisines de 90°; alors une petite erreur dans les mesures peut rendre un angle plus grand ou plus petit que 90° et, par conséquent, faire passer la cotangente du signe positif au négatif. Mais on est averti par là du fait que la face cristalline utilisée est presque parallèle à l'un des axes principaux : les valeurs des produits des cotangentes sont indéterminées; dès lors cette face, bien que susceptible de fournir les trois indices principaux, est, par son orientation, impropre à la détermination précise des trois directions principales, du moins à l'aide des formules (4_b).

» On est alors amené à supposer que, au moins comme première approximation, l'un des angles α, β, γ, par exemple α, est égal à 90° exactement; et, par suite, $\cot\alpha = 0$.

» Il reste la relation

$$\cos^2\beta' + \cos^2\gamma' = 1 \qquad \text{ou} \qquad \beta' + \gamma' = 90^\circ.$$

» On utilise alors la valeur du quatrième indice ν pour la détermination de β', laquelle demeure la seule inconnue.

» L'équation

$$(2) \qquad \nu^2 = n_x^2\cos^2\alpha + n_y^2\cos^2\beta + n_z^2\cos^2\gamma$$

peut en effet se mettre sous la forme

$$\nu^2(\cos^2\beta' + \sin^2\beta') = n_y\cos^2\beta' + n_z^2\sin^2\beta',$$

---

[1] La construction géométrique précitée en donne la preuve : la construction du triangle auxiliaire dont les directions des trois hauteurs sont données est toujours possible.

d'où l'on tire

$$\tan g^2 \beta' = \frac{\nu^2 - n_z^2}{n_y^2 - \nu^2};$$

expression (¹) qui achève de déterminer l'orientation de la normale à la face cristalline dans l'hypothèse où cette face est rigoureusement parallèle à l'axe OY ($\alpha = 90°$, $\beta = \beta'$, $\gamma' = 90° - \beta'$).

» En général, l'hypothèse $\alpha = 90°$ ne sera qu'approchée et, bien que la valeur de β' soit plus exacte qu'on ne pourrait le penser, la conclusion qu'on tirera de ces mesures sera la nécessité de recourir à une autre face cristalline orientée dans une direction plus favorable, afin d'obtenir des données meilleures et une vérification des résultats obtenus. Lorsqu'on est maître de choisir cette orientation, on prend, pour $O\mathfrak{N}$, la direction qui fait, avec les axes OX, OY, OZ (supposés connus approximativement), des angles sensiblement égaux.

» *Remarques.* — En dehors du cas particulier qui vient d'être signalé, on ne rencontre pas, en général, d'autre difficulté que l'ambiguïté existant entre l'indice moyen n_y et le quatrième indice ν.

» Dans ce qui précède, on l'a supposée levée par des considérations étrangères aux mesures; mais cette ambiguïté n'entraîne d'autre inconvénient que celui d'un calcul supplémentaire. En effet, si l'on n'a aucun motif de distinguer n_y de ν, on considère arbitrairement l'un des deux indices comme n_y et, à l'aide des trois azimuts correspondant aux trois indices n_x, n_y, n_z adoptés, on calcule les angles α, β, γ. Si le choix est bon, l'équation (3) vérifiera la valeur du quatrième indice considéré comme représentant ν; sinon, on intervertira n_y et ν, B et $\mathfrak{D}$, et l'on recommencera le calcul de α, β, γ : la vérification de (3) devra alors être satisfaisante.

» *Second groupe.* — Le second groupe de formules (5) est destiné à fournir des vérifications en utilisant les données relatives au quatrième indice dont on mesure d'une part la grandeur ν, d'autre part l'azimut $\mathfrak{N}\mathfrak{D}$ du plan de réflexion où on l'observe.

» L'équation (3), déjà employée, doit être rangée dans ce groupe, bien qu'elle ait été établie directement, car elle constitue aussi une relation de contrôle entre les indices n_x, n_y, n_z, ν et les angles α, β, γ.

» Celles qu'il reste à démontrer se rapportent aux azimuts $\mathfrak{N}$A, $\mathfrak{N}$B,

---

(¹) Étant homogène par rapport à n_y, n_z et ν, la valeur de β' est indépendante de la valeur de l'indice de réfraction de la substance réfringente auxiliaire des réfractomètres.

$\mathcal{N}$C et $\mathcal{N}\mathcal{D}$: la définition géométrique de la surface de l'onde déduite de l'ellipsoïde établit entre eux des relations qui permettent de calculer les angles A$\mathcal{N}\mathcal{D}$, B$\mathcal{N}\mathcal{D}$, C$\mathcal{N}\mathcal{D}$.

» La démonstration de ces formules se réduit à calculer les cosinus directeurs des diverses directions nécessaires pour obtenir l'expression des angles qu'elles font entre elles. Ce calcul un peu laborieux n'offre, d'ailleurs, aucune difficulté.

» *Direction* $\mathcal{N}\mathcal{D}$. — D'après l'analyse du phénomène (p. 128), l'azimut $\mathcal{N}\mathcal{D}$ est la trace du plan qui passe par la normale n à l'ellipsoïde au point où la normale $\mathcal{N}$ à la face réfléchissante rencontre cette surface.

» Calculons d'abord les cosinus directeurs ξ', η', ζ' de la normale $\mathcal{N}\mathcal{D}'$ à ce plan (non tracée sur la figure) rapportée aux axes X, Y, Z.

» Ils sont déterminés par les trois conditions

$$\xi'^2+\eta'^2+\zeta'^2=1,\qquad \xi'\alpha+\eta'\beta+\zeta'\gamma=0,\qquad \xi'\frac{\alpha}{a^2}+\eta'\frac{\beta}{b^2}+\zeta'\frac{\gamma}{c^2}=0$$

qui expriment, outre la rectangularité des axes, que $\mathcal{N}\mathcal{D}'$ est normale à $\mathcal{N}$ et à n (on a remplacé, pour abréger l'écriture, $\cos\alpha$, ... par α, β, γ) ; d'où l'on tire

$$(\mathcal{D}')\qquad \frac{\xi'}{\beta\gamma(n_z^2-n_y^2)}=\frac{\eta'}{\gamma\alpha(n_x^2-n_z^2)}=\frac{\zeta'}{\alpha\beta(n_y^2-n_x^2)}=\frac{1}{\mathcal{R}},$$

expressions où les carrés des indices principaux remplacent les inverses des carrés des axes de l'ellipsoïde.

» D'après les relations bien connues entre les neuf cosinus d'un trièdre trirectangle, on écrira immédiatement les cosinus directeurs ξ, η, ζ de la trace $\mathcal{N}\mathcal{D}$ du plan $\mathcal{N}n$ sur le plan de la face cristalline, car elle forme un trièdre trirectangle avec $\mathcal{N}(\alpha,\beta,\gamma)$ et $\mathcal{D}'(\xi',\eta',\zeta')$

$$\xi=\beta\zeta'-\gamma\eta',\qquad \eta=\gamma\xi'-\alpha\zeta',\qquad \zeta=\alpha\eta'-\beta\xi'.$$

» Après substitution et réduction en ayant égard à l'équation (2), on trouve

$$(\mathcal{D})\qquad \frac{\xi}{\alpha(\nu^2-n_x^2)}=\frac{\eta}{\beta(\nu^2-n_y^2)}=\frac{\zeta}{\gamma(\nu^2-\eta_z^2)}=\frac{1}{\mathcal{R}},$$

le radical $\mathcal{R}$ étant évidemment le même que pour $\mathcal{D}'(\xi',\eta',\zeta')$.

» *Directions* $\mathcal{N}$A, $\mathcal{N}$B, $\mathcal{N}$C. — Calculons par exemple les cosinus directeurs de $\mathcal{N}$A(X_a, Y_a, Z_a), les autres s'obtiendront par permutation tournante. $\mathcal{N}$A est la normale au plan qui passe par $\mathcal{N}(\alpha, \beta, \gamma)$ et par l'axe OX(1, 0, 0) : d'où les trois conditions

$$X_a^2+Y_a^2+Z_a^2=1,\qquad X_a\alpha+Y_a\beta+Z_a\gamma=0,\qquad X_a=0,$$

d'où

$$\frac{X_a}{0}=\frac{Y_a}{\gamma}=\frac{Z_a}{-\beta}=\frac{1}{\sqrt{\beta^2+\gamma^2}}.$$

» On en conclut

$$(\mathrm{A})\qquad X_a=0,\qquad Y_a=\frac{\gamma}{\sqrt{\beta^2+\gamma^2}},\qquad Z_a=\frac{-\beta}{\sqrt{\beta^2+\gamma^2}}.$$

» *Calcul des angles* $\widehat{A\mathcal{W}}$, $\widehat{B\mathcal{W}}$, $\widehat{C\mathcal{W}}$. — On a évidemment, à l'aide des valeurs calculées ci-dessus,

$$\cos\widehat{A\mathcal{W}} = \xi X_a + \eta Y_a + \zeta Z_a = \frac{\beta\gamma(n_z^2 - n_y^2)}{\mathcal{R}\sqrt{\beta^2+\gamma^2}}.$$

» Le radical $\mathcal{R}$ est compliqué et se prête mal au calcul numérique. On tourne cette difficulté en utilisant $\cos A\mathcal{W}'$ qui est égal en valeur absolue à $\sin A\mathcal{W}$, puisque $N\mathcal{W}$ et $N\mathcal{W}'$ sont rectangulaires,

$$\sin\widehat{A\mathcal{W}} = \xi' X_a + \eta' Y_a + \zeta' Z_a = \frac{\alpha(n^2 - \nu^2)}{\mathcal{R}\sqrt{\beta^2+\gamma^2}}.$$

» Divisant membre à membre, il vient, après avoir remis $\cos\alpha$, $\cos\beta$, $\cos\gamma$ au lieu de α, β, γ,

$$(5_a)\qquad \operatorname{tang}\widehat{A\mathcal{W}} = \frac{\cos\beta\cos\gamma}{\cos\alpha}\,\frac{n_x^2 - \nu^2}{n_z^2 - n_y^2},$$

et les deux autres expressions analogues de $\widehat{B\mathcal{W}}$, $\widehat{C\mathcal{W}}$.

» On les simplifie encore en remplaçant les cosinus par leur valeur tirée de (4_b)

$$(5_b)\qquad \left\{\begin{aligned} \operatorname{tang}\widehat{A\mathcal{W}} &= \operatorname{tang}\widehat{BC}\,\frac{\nu^2 - n_x^2}{n_y^2 - n_z^2},\\ \operatorname{tang}\widehat{B\mathcal{W}} &= \operatorname{tang}\widehat{CA}\,\frac{\nu^2 - n_y^2}{n_z^2 - n_x^2},\\ \operatorname{tang}\widehat{C\mathcal{W}} &= \operatorname{tang}\widehat{AB}\,\frac{\nu^2 - n_z^2}{n_x^2 - n_y^2},\end{aligned}\right.$$

expressions très simples qui fournissent un contrôle précieux de l'ensemble des paramètres optiques du cristal, car les trois angles calculés ci-dessus ont été directement observés.

» Pour achever la détermination de la constitution optique du cristal il reste à définir l'orientation des trois axes X, Y, Z, par rapport aux axes cristallographiques. Or la direction de repère $\mathcal{M}W$ observée en même temps que $\mathcal{M}A$, $\mathcal{M}B$, $\mathcal{M}C$ permet d'opérer ce raccordement, car l'orientation cristallographique de la face $\mathcal{M}$ est supposée connue ainsi que $\mathcal{M}W$. Il ne reste plus alors à effectuer que des calculs familiers aux cristallographes. »

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE. — *Sur la voûte élastique.* Note de M. G. **Poisson**.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 13 février 1899, j'ai donné une solution particulière du problème de la voûte élastique supportant une charge hydrostatique.

» La présente Note a pour objet de faire connaître une solution plus générale du même problème.

» La méthode employée est la même que dans le cas précédemment étudié; elle est fondée sur la considération des filets élémentaires obtenus en décomposant la section droite de la voûte par une série de courbes orthopiéziques infiniment rapprochées.

» Dans une Note présentée à l'Académie le 2 octobre 1899, j'ai donné les équations d'équilibre des filets ainsi définis, qui sont

$$(1)\qquad \begin{cases} \dfrac{d}{ds}[(p_1-p_2)\varepsilon]+\Pi\varepsilon\sin\alpha+\varepsilon\dfrac{dp_2}{ds}=0,\\[2mm] \dfrac{p_1-p_2}{r}+\Pi\cos\alpha+\dfrac{dp_2}{dn}=0,\end{cases}$$

en appelant p_1 et p_2 les pressions suivant la tangente et la normale au filet, ds et dn les éléments de courbe suivant les mêmes directions, α l'angle du filet avec l'axe des x, r son rayon de courbure, ε sa largeur infiniment petite, et Π le poids spécifique des matériaux de la voûte.

» Pour utiliser ces formules, il suffit de faire des hypothèses sur le mode de variation de p_2 et de ε le long de chaque filet.

» Supposons, en particulier, que l'on ait

$$(2)\qquad \begin{cases} p_2=ay+b,\\ \varepsilon=y\,dk,\end{cases}$$

a, b et dk étant des quantités constantes pour chaque filet.

» La première équation donne, en annulant la constante d'intégration,

$$p_1-p_2+(\Pi+a)\frac{y}{2}=0,$$

ce qui transforme la deuxième équation en

$$(\Pi + a)\left(-\frac{y}{2r} + \cos\alpha\right) + \frac{da}{dn}y + \frac{db}{dn} = 0.$$

Mais, en remarquant que l'on a, par définition,

$$\frac{da}{dn} = \frac{da}{dk}\frac{1}{y}, \qquad \frac{db}{dn} = \frac{db}{dk}\frac{1}{y},$$

et en annulant encore la constante d'intégration, on obtient

$$\cos\alpha + \frac{1}{\Pi + a}\left(\frac{da}{dk} + 2\frac{db}{dk}\frac{1}{y}\right) = 0;$$

soit, en posant

$$m = -\frac{da}{dk}\frac{1}{\Pi + a}, \qquad n = -2\frac{db}{dk}\frac{1}{\Pi + a},$$

(3) $$\cos\alpha = m + \frac{n}{y}.$$

» L'intégration donne, dans le cas où m est plus petit que 1, le système d'équations suivant :

(4) $$\begin{cases} x = \dfrac{n}{(1 - m^2)^{\frac{3}{2}}}\left(\varphi + m\dfrac{e^{\varphi} - e^{-\varphi}}{2}\right), \\ y = \dfrac{n}{(1 - m^2)^{\frac{3}{2}}}\left(m\sqrt{1 - m^2} + \sqrt{1 - m^2}\dfrac{e^{\varphi} + e^{-\varphi}}{2}\right). \end{cases}$$

» Les courbes représentées par ces équations sont à la chaînette ce que les trochoïdes sont à la sinusoïde; on peut les appeler *trochoïdes hyperboliques*.

» Pour achever de définir le faisceau formé par ces courbes, il faut exprimer la condition que l'écartement de deux courbes infiniment voisines est égal à $y\,dk$.

» En écrivant les équations sous la forme

(5) $$\begin{cases} x = c\left(x_0 + m\dfrac{e^{x_0} - e^{-x_0}}{2}\right), \\ y = c\left(y_0 + \sqrt{1 - m^2}\dfrac{e^{x_0} + e^{-x_0}}{2}\right), \end{cases}$$

on satisfait à la condition indiquée en posant

$$c = \text{const.} \qquad \frac{dm}{dy_0}\frac{1}{\sqrt{1 - m^2}} = -1, \qquad dk = \frac{dy_0}{\sqrt{1 - m^2}}.$$

» On en déduit

$$m = \cos y_0, \qquad a = \frac{c'}{\sin y_0} - \text{H}, \qquad b = \frac{cc'}{2}\cos y_0 + c''.$$

» On dispose donc de trois constantes arbitraires. Or il faut satisfaire à quatre équations de condition pour donner à a et à b leurs valeurs particulières sur l'extrados et l'intrados de la voûte. Par suite, on pourra, soit prendre arbitrairement l'une des courbes du réseau pour intrados, soit, ce qui est préférable, adopter un maximum pour la pression.

» Pour que la solution soit rigoureuse, il faut qu'elle satisfasse à la condition d'élasticité

$$\Delta_2(p_1 + p_2) = 0. \tag{6}$$

Or, en additionnant les deux équations (5) après avoir multiplié la deuxième par l'imaginaire i, on obtient

$$x + iy = c(x_0 + iy_0) + c\,\frac{e^{x_0+iy_0} - e^{-(x_0+iy_0)}}{2}.$$

» Le réseau de courbes considéré représente donc les lignes de force d'un potentiel.

» Il est facile de démontrer que dans ce cas la condition (6) est toujours remplie. »

TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE. — *Sur l'emploi simultané de la Télégraphie multiplex et de la Télégraphie ordinaire dans le même circuit.* Note de M. E. **Mercadier**.

« On sait qu'à l'aide de dispositifs variés (appareils Van Rysselberghe, Maiche, Cailho, Picard, etc.) placés en dérivation sur un circuit téléphonique, on peut envoyer *simultanément*, dans le circuit, des signaux téléphoniques et des signaux provenant d'appareils de Télégraphie ordinaire, Morse, Hughes, etc.

» Ce résultat tient à la différence entre les propriétés et les effets des courants continus et ceux des courants ondulatoires produits dans les appareils téléphoniques. Mais il doit en être de même pour tout système de Télégraphie, autre qu'un téléphone, utilisant des courants ondulatoires pour la formation des signaux, par exemple le système de Télégraphie multiplex, que j'ai décrit dans les *Comptes rendus*, dans les *Annales télégra-*

phiques de 1898, dans le *Journal de Physique* de 1900, et dans lequel les signaux résultent de l'utilisation de courants ondulatoires produits par des électrodiapasons.

» J'avais, en effet, annoncé comme certain l'emploi *simultané*, dans un même circuit, de la Télégraphie multiplex et de la Télégraphie ordinaire. J'ai eu récemment l'occasion de le vérifier très nettement.

» En faisant, au mois de juillet dernier, des essais de Télégraphie multiplex sur un circuit de Paris à Bordeaux, et en utilisant l'un des dispositifs indiqués ci-dessus (celui de M. Cailho), on a vu qu'on pouvait, pendant des heures entières, faire transmettre et recevoir des télégrammes dans le système multiplex à courants ondulatoires par plusieurs opérateurs (jusqu'à douze à la fois), et, *pendant le même temps, sans même que ces opérateurs s'en aperçussent*, faire transmettre et recevoir, avec un appareil Morse, un appareil Hughes, et même un appareil Baudot à quatre claviers, des signaux quelconques, des avis de service, des télégrammes, en utilisant ainsi des courants continus.

» Ce résultat a été obtenu, non seulement dans les stations extrêmes Paris et Bordeaux, mais encore dans une station intermédiaire établie à Tours, dans le même circuit.

» Ces expériences n'ont d'ailleurs présenté aucune difficulté, et elles n'ont nécessité aucune espèce de modifications aux appareils de Télégraphie ordinaire et multiplex. Leur importance, au point de vue scientifique et à celui de l'exploitation intensive des réseaux télégraphiques, paraîtra sans doute évidente; car, d'une part, elles montrent qu'en un point d'un circuit métallique on peut, à chaque instant, faire croiser sans qu'ils se confondent jusqu'à vingt-cinq mouvements électriques simultanés, confirmation expérimentale remarquable de la loi mécanique des petits mouvements; et, d'autre part, que, soit entre deux postes extrêmes reliés par un circuit de 700^{km} à 800^{km} de longueur, soit entre des postes échelonnés le long de ce circuit, on peut échanger plus de 1300 télégrammes de 20 mots par heure, dont plus de 900 dans n'importe quel sens.

» Pour donner une idée simple de la rapidité des transmissions qu'on peut obtenir ainsi, il suffit de dire que le texte d'une page d'un grand journal, comme le *Temps*, qui peut renfermer jusqu'à 9000 mots environ, serait transmis de Paris à Bordeaux : par le système multiplex seul, comportant douze transmetteurs (en découpant ce texte en douze parties), dans l'espace d'une heure seulement; par le Multiplex et un Baudot à quatre claviers opérant *simultanément* (en découpant le texte en seize

parties), dans une demi-heure environ; de plus, *pendant cette même demi-heure*, le poste de Bordeaux pourrait transmettre à Paris par le Multiplex, avec les mêmes appareils, un texte équivalent à une demi-page du même journal. »

CHIMIE. — *Sur le poids moléculaire de l'hydrate de chloral à la température de l'ébullition*. Note de M. DE FORCRAND.

« On peut se proposer d'appliquer la règle que j'ai donnée récemment ([1]) au cas de certains composés qui se dissocient plus ou moins complètement à la température de l'ébullition. La valeur trouvée pour M fera connaître s'il y a réellement dissociation, et, dans une certaine mesure, quelle en est l'importance.

» Considérons comme exemple l'hydrate de chloral, pour lequel les données thermochimiques nécessaires sont à peu près toutes connues, et admettons, comme première approximation, une dissociation complète à la température de l'ébullition (+ 96°,5 C.). M. Berthelot a donné

$$L = 21\,900^{cal}, \qquad S = 5500^{cal},$$

d'où

$$\frac{L + S}{369,5} = 74,1.$$

» Ce nombre 74,1 est plus du double de la moyenne 30; mais, dans notre hypothèse, il doit en être ainsi pour deux raisons. D'abord l'hydrate se trouvant complètement séparé en eau et chloral, nous avons deux molécules et la valeur moyenne du quotient doit être 60. En outre, le terme $21\,990^{cal}$ comprend en réalité la chaleur de volatilisation et la chaleur de combinaison ($+ 6230^{cal}$, d'après M. Berthelot).

» Nous devons donc retrancher ici 6230^{cal} de $21900 + 5500$ et trouver comme quotient un nombre voisin de 60. En effet, on obtient 57,30.

» Bien plus, ce quotient est un peu plus faible que 60, quoique très voisin, ce qui indique que la dissociation n'est pas absolument totale. Et ce résultat confirme dans son sens général celui des expériences bien connues de M. Berthelot. A la température de l'ébullition, la vapeur donnée par l'hydrate de chloral contient à la fois de l'eau, du chloral, et un peu d'hydrate non dissocié.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 368.

» Sous une autre forme, on peut dire que si

$$21900 + 5500 - 6230 = 21170^{\text{cal}}$$

représente la valeur de $(L + S)$ pour $165^{\text{gr}},5$ d'hydrate du chloral, on aura, pour 1^{gr},

$$l + s = 128^{\text{cal}}$$

et

$$\frac{128 \times M}{369,5} = 30,$$

d'où

$$M = 86,60;$$

c'est la valeur du poids moléculaire à l'ébullition, alors que le poids moléculaire moyen serait $\frac{165,5}{2} = 82,75$, s'il y avait dissociation complète.

» On objectera sans doute à cette démonstration que la règle que j'applique n'est certaine qu'à $\frac{1}{15}$ près, et que les différences que je constate sont précisément de cet ordre.

» Mais il y a lieu de remarquer que, pour l'eau, la valeur de $\frac{L+S}{T} = 29,73$ est bien connue et précisément très voisine de la valeur moyenne 30. Pour le chloral anhydre, on connaît seulement $L = 7630$, mais non pas S. Cependant, comme on sait que la chaleur de solidification de l'hydrate est 5500^{cal}, on peut calculer S avec une approximation suffisante en retranchant de ce dernier nombre la chaleur de solidification de l'eau, 1430. Il vient alors

$$S = 4070;$$

par suite

$$\frac{L+S}{T} = \frac{7630 + 4070}{372,1} = 31,44,$$

nombre qui est encore compris entre les limites extrêmes 28 et 32.

» Enfin on sera autorisé à prendre la moyenne entre 29,73 et 31,44, soit 30,585, pour représenter la valeur du quotient $\frac{L+S}{T}$ aussi bien pour l'eau que pour le chloral et même pour l'hydrate dans le raisonnement qui précède. Cette moyenne diffère à peine du nombre adopté 30. Elle donnerait, pour le poids moléculaire,

$$M = \frac{369,5 \times 30,585}{128} = 88,29.$$

» Il semble même que l'on pourrait aller plus loin et déterminer la portion d'hydrate non dissociée. Ne connaissant pas très exactement la valeur du coefficient 30,585, le calcul serait, dans ce cas, trop incertain. Je donne seulement, à titre de renseignement, ce résultat que la fraction non dissociée serait de 4 ou de 5 pour 100 suivant que l'on admet 30 ou 30,585.

» Ce qui se dégage surtout de cette étude, c'est que ma relation permet d'aborder des problèmes de ce genre, et que, dans le cas particulier de l'hydrate de chloral, elle confirme ce fait qu'à la température normale de l'ébullition sa dissociation n'est pas totale. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la dunite du Koswinsky-Kamen (Oural)*. Note de MM. L. **Duparc** et F. **Pearce**, présentée par M. Michel Lévy.

« Dans une Note précédente, nous avons signalé le fait que la *koswite*, roche massive qui constitue en grande partie le Koswinsky, est traversée par des filons d'une roche à olivine que nous rapportons à la dunite.

» Cette roche, assez répandue dans le massif, est d'habitude finement grenue, noirâtre ou verdâtre; les filons, répartis sur les points les plus divers, sont toujours nettement caractérisés. Par altération, elle se recouvre d'une croûte rougeâtre, qui garde une structure grenue manifeste; la roche ainsi altérée simule alors à s'y méprendre un grès ferrugineux. Quand on la débarrasse de cette enveloppe plus ou moins épaisse, on trouve une roche verte, un peu différente de la dunite fraîche, moins grenue, et d'aspect serpentineux.

» Ces filons de dunite en voie de serpentinisation sont très particulièrement nombreux dans l'extrémité nord-est du massif, ils y criblent littéralement la koswite. Cette même dunite, nettement filonienne au Koswinsky, se retrouve comme roche massive, constituant dans son ensemble une arête rocheuse assez puissante et étendue, qui flanque le Koswinsky à l'ouest; elle est séparée de la koswite par des gabbros à olivine avec lesquels elle entre en contact, mais qu'elle ne traverse point en filons distincts.

» Au point de vue microscopique, les dunites montrent deux types assez différents : le premier, assez rare d'ailleurs, est représenté par une roche noirâtre, finement grenue, très dense, qui paraît imprégnée de magnétite. Elle est en réalité formée par des grains arrondis d'olivine incolore et hyaline, réunis par de nombreuses plages,

de magnétite sidéronitique, renfermant quelques grains de spinelles chromifères. Cette roche est d'un type chimique fort curieux, caractérisé par sa richesse exceptionnelle en fer.

» Le second type, de beaucoup le plus fréquent, est représenté par une roche verdâtre, moins dense, qui sous le microscope est exclusivement formée par des grains d'olivine, légèrement craquelés, et directement pressés les uns contre les autres. La magnétite, toujours rare, se trouve alors en petits octaèdres disséminés çà et là. Les variétés absolument fraîches se rencontrent difficilement; en général il y a toujours un commencement de serpentinisation le long des cassures, et l'on peut alors observer toutes les variétés entre la roche non altérée et une véritable serpentine. La dunite est tout d'abord découpée par de larges rubans peu biréfringents d'un minéral serpentineux en un véritable réseau à mailles plus ou moins serrées. Ces rubans sont positifs en long, ils présentent fréquemment une espèce de fibrosité transversale; leur biréfringence maxima ne dépasse pas 0,009. En certains endroits le minéral serpentineux paraît quasi isotrope; en lumière convergente il donne alors une croix noire uniaxe négative. Ces caractères coïncident avec ceux de l'antigorite; celle-ci, dans les régions où l'olivine a entièrement disparu, présente soit la structure maillée typique décrite par M. Lacroix, soit encore une structure différente, qui résulte de l'association en faisceaux de plusieurs gros rubans d'antigorite. Dans une position déterminée par rapport aux sections principales des nicols, ces rubans paraissent uniformément éclairés et l'on pourrait penser se trouver en présence d'un seul et même cristal; mais dès qu'on tourne la platine du microscope, ces rubans s'éclairent d'une façon différente et prennent un aspect moiré très caractéristique. Dans aucun cas nous n'avons constaté la transformation complète de l'olivine en antigorite; il reste toujours quelques petits noyaux de péridot, à la vérité parfois fort réduits.

» Les rapports chimiques qui lient les différentes variétés de dunites sont mis en évidence par les analyses qui suivent; le n° 26 est un type sidéronitique, les n°s 9 et 701 sont grenus et pauvres en magnétite octaédrique, le n° 133 est à un stade peu avancé de serpentinisation, le n° 705 enfin est presque complètement serpentinisé.

Analyses.

	N° 26.	N° 9.	N° 701.	N° 133.	N° 705.
SiO^2	31,84	39,22	39,89	36,85	35,41
Fe^2O^3	15,63	0,38	3,82	5,60	4,43
Cr^2O^3 Al^2O^3	1,37	0,39	0,26	1,53	1,23
FeO	14,25	16,41	15,31	6,65	3,66
MnO		traces	traces	traces	traces
CaO	0,91	1,20	1,04	1,09	traces
MgO	33,10	43,83	40,54	42,17	44,05
Perte au feu	2,49	0,40	0,18	6,53	12,28
	99,59	101,83	101,04	100,42	101,06

» *N. B.* — Dans les n°s 133 et 705, l'alumine existe en très petite quantité et n'a pas été séparée; le précipité était du Cr^2O^3 presque pur. Ces analyses, faites au Laboratoire de Minéralogie de l'Université de Genève par MM. Yerchoff, Hercod, Wasmer et Petitat, montrent qu'abstraction faite du type sidéronitique il existe deux groupes chimiques parmi ces roches, le premier représenté par les n°s 701 et 9, le second par les n°s 133 et 705; la présence et l'abondance du chrome, ainsi que la différence dans la teneur en oxydes de fer, sont à ce point de vue caractéristiques; il est à remarquer que les n°s 133 et 705 étant seuls atteints par la serpentinisation avancée, le développement de ce phénomène est peut-être en relation avec cette différence de composition. »

PALÉONTOLOGIE. — *Une nouvelle grotte avec parois gravées à l'époque paléolithique.* Note de MM. **L. Capitan** et **H. Breuil**, présentée par M. Henri Moissan.

« On sait qu'on a signalé, gravées sur les parois de certaines grottes et presque exclusivement en France (la Mouthe, Pair-non-Pair, grotte Chabot), des représentations d'animaux qu'on a pu considérer comme remontant à l'époque magdalénienne, à cause du remplissage de la grotte par des dépôts de cette époque (Pair-non-Pair), à cause de la technique mise en œuvre et des sujets représentés. Mais, jusqu'ici, ces représentations étaient peu nombreuses et la fraîcheur des traits pouvait expliquer certains doutes sur l'authenticité de quelques-unes de ces figures.

» Nous avons l'honneur de signaler à l'Académie l'existence de figurations d'animaux, gravées sur les parois d'une grotte sise aux Combarelles, commune de Tayac (Dordogne), à 2^{km} environ de la grotte de la Mouthe et à 3^{km} de la station classique des Eyzies.

» Cette grotte se compose d'un long boyau, d'une longueur totale de 225^m, sur une largeur moyenne de 1^m,50 à 2^m et une hauteur variant de 0^m,50 à 3^m.

» Au commencement, les parois sont recouvertes d'une épaisseur considérable de stalagmites, sous laquelle on n'aperçoit que quelques rares traits. A 119^m de l'entrée, commencent les premières figures nettes; elles se continuent, plus ou moins espacées, jusqu'à l'extrémité de la grotte, même en des points où la galerie n'a actuellement que 1^m,10 à peine de hauteur. C'est donc sur une longueur de près de 100^m qu'on peut observer ces figures, de chaque côté de la galerie, soit un développement total de près de 200^m. Quelques-unes sont gravées sur la roche crétacée vive, mais le plus grand nombre sont recouvertes d'un enduit stalagmitique, quelquefois tellement épais que les traits disparaissent sous lui. Les figures mesurent : les unes 1^m de longueur environ sur 0^m,75 à 1^m de hauteur; d'autres n'ont pas plus de 0^m,20 à 0^m,30 de longueur sur 0^m,10 à 0^m,15 de hauteur.

» Certaines figures sont d'une netteté incroyable, tout à fait saisissante; d'autres

doivent être recherchées au milieu d'un grand nombre de traits enchevêtrés, mais on arrive ordinairement à les distinguer facilement. Plusieurs figures se mélangent l'une à l'autre, quelques traits de l'une étant utilisés pour la figure voisine, ce qui est un caractère fréquent dans les décorations de ce genre.

» Certains traits (surtout dans le fond de la grotte) sont accentués par un tracé au moyen d'une couleur noir bleuâtre, parfois recouverte par l'enduit stalagmitique.

» Toutes ces figures sont d'une correction de dessin qui permet de reconnaître nettement toute une série de détails des plus intéressants.

» Certaines figurations, surtout de Cheval, sont aussi remarquables et de même caractère que les plus belles gravures sur os classiques de l'époque magdalénienne.

» Les animaux représentés, tantôt en partie, tantôt entièrement, sont surtout le Cheval, puis un Équidé ressemblant à l'Hémione, le Bœuf, l'Aurochs, le Bouquetin, l'Antilope Saïga, le Renne et enfin (fait absolument nouveau) le Mammouth, puis certains animaux que nous n'avons pu identifier.

» Nous avons dessiné avec la plus rigoureuse exactitude, une à une, toutes ces représentations, en n'indiquant que celles qui étaient évidentes; nous en avons calqué une quinzaine des plus belles.

» Le nombre des figures d'animaux entiers que nous avons vues nettement est de 64; nous avons pu, en outre, dessiner 43 têtes d'animaux. Il existe aussi un nombre considérable de figurations partielles d'animaux (croupes, pattes), sans compter les traits encore plus nombreux enchevêtrés en tous sens que nous n'avons pu interpréter.

» Les figures nettement intelligibles et indiscutables se répartissent ainsi : animaux entiers non identifiés 19; Équidés 23; Bovidés 3; Bisons 2; Rennes 3; Mammouths 14; têtes de Bouquetin 3; têtes d'Antilope Saïga 4; têtes variées, surtout de Cheval 36; face humaine (?) 1; cupules 1; soit 109 figures très nettes. Elles sont en effet toutes d'une telle évidence qu'il ne peut y avoir de discussion sur leur interprétation. Tel, par exemple, un Cheval d'une perfection de dessin saisissante et qui semble porter sur le dos une sorte de couverture ornée de triangles; tel aussi un Équidé à crinière droite avec la partie supérieure du cou très convexe et à queue implantée très bas; tel également le Renne reproduit avec une fidélité qui ne peut laisser subsister aucun doute sur les caractères de cette espèce.

» Il en est de même pour l'Aurochs et pour les têtes de Bouquetin avec longues cornes recourbées en arrière, et celles d'Antilope Saïga avec longues cornes absolument droites. Quant aux figures de Mammouth, leur nombre permet de constater les caractères classiques de cet animal : front très haut avec concavité médiane, défenses très courbes, poils recouvrant complètement l'animal, et indiqués par de nombreux traits, pieds typiques. La trompe est tantôt droite, tantôt recourbée en arrière. Tous ces caractères sont si nets, surtout sur deux figures, dont l'une complètement recouverte d'un enduit stalagmitique, qu'ils sautent aux yeux.

» Il paraît hors de doute que ces figurations, dont la haute antiquité ne peut être niée, n'ont pu être exécutées que par des artistes reproduisant

les animaux qu'ils voyaient. Elles remontent donc à l'époque où vivaient, en France, le Mammouth et le Renne ; elles sont donc paléolithiques et très vraisemblablement magdaléniennes.

» Nous pensons que, abstraction faite de l'importance archéologique de cette découverte, l'étude de ces diverses figures pourra donner de précieux renseignements sur la faune quaternaire, figurée d'après nature par les artistes de l'époque. C'est surtout à ce titre que nous avons pensé pouvoir faire cette première Communication à l'Académie des Sciences, nous réservant de revenir en détail sur un grand nombre de points. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Rayons lumineux divergents à 180° du Soleil.* Note de M. **Jean Mascart.**

« Le lundi 9 septembre, après-midi, je me trouvais dans le voisinage de Bréval, à dix kilomètres environ de Mantes, à vol d'oiseau.

» A 6^h je fus frappé en apercevant, dans la direction approximative de Mantes (direction que je pourrais préciser), trois larges rayons lumineux divergents et qui s'élevaient à une hauteur de 30° sur l'horizon, à peu près symétriques par rapport au rayon vertical : ils se détachaient nettement sur un ciel très couvert, pluvieux, gris de plomb; le point d'émergence était à 180° du Soleil, dont on pouvait apprécier la position par une petite éclaircie à l'ouest, sans que le Soleil lui-même fût visible au point d'observation.

» La largeur de ces rayons était de 30° pour le rayon vertical, 35° pour les rayons obliques; les axes des rayons obliques étaient inclinés de 50° environ sur l'horizon; l'intensité lumineuse était légèrement décroissante en allant du rayon sud au rayon nord; la teinte blanc jaune, intermédiaire entre la lumière électrique d'un phare et celle d'un panache de soleil aperçu entre les nuages; les bords étaient légèrement flous, moins cependant que dans le cas des rayons d'un phare; le point d'émergence paraissait sensiblement au-dessous de l'horizon.

» A $6^h 15^m$ l'intensité décrut très rapidement, le ciel s'était presque entièrement recouvert et le phénomène ne tarda pas à disparaître : aucun mouvement appréciable ne fut sensible pendant l'observation; l'intensité lumineuse ne commençait guère à décroître que 20° au-dessus de l'horizon.

» J'ignore totalement à quoi rattacher ce phénomène. »

M. H. Tival adresse un complément à sa Note précédente sur « l'Application des ondes électriques à la transmission des variations lumineuses ».

Les deux Notes sont renvoyées à l'examen de MM. Cornu et Lippmann.

M. Molinié adresse une Lettre relative à sa précédente Communication « Sur la surproduction du maïs ».

(Commissaires : MM. Müntz, Schlœsing.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 septembre 1901.

L'âge des dunes et des étangs de Gascogne, par B. Saint-Jours. Bordeaux, imp. G. Gounouilhou, 1901; 1 fasc. in-16. (Hommage de l'Auteur.)

Recherches sur la préhistoire de Châtel-Censoir et des territoires voisins, par Émile Pallier. Clamecy, imp. de A. Staub, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Publication *in extenso,* 1899 (7e Partie). Paris, Imprimerie Nationale, 1901; 1 vol. in-8°.

Ueber die morphologische Bedeutung der Monotremata (Sauromammalia) Ornithorhynchus und Echidna, von Dr Vaclav Sixta; s. l. n. d.

Trois Opuscules de M. Carlos Berg, ayant pour titres : *Silfidos argentinos (Coleopteros). — Namensänderung zweier Lepidopteren-Gattungen. — Comunicacionesictiologicas.* (Extraits des *Comunicaciones del Museo Nacional de Buenos Aires,* t. I, n° 9, 6 août 1901.) 3 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Der Hammer-Fennel'sche Tachymeter-Theodelit und die Tachymeterkippregel zur unmittelbaren Lattenablesung von horizontaldistanz und Höhenunterscheid. Beschreibung und Anleitung zum Gebrauch des Instruments, erste Genauigkeitsversuche, mit 16 Figuren im Text und 2 lithographierten Tafeln, von Dr E. Hammer. Stuttgart, Konrad Wittwer, 1901; 1 fasc. in-4°.

The Astronomical Journal, founded by A Gould, edited by Seth-C. Chandler; vol. XXII, nos 1, 2. Boston, 1901; 1 fasc. in-4°.

Bulletin of the University of Kansas, vol. II, n° 1, january 1901. Lawrence; 1 fasc. in-8°.

Bulletin of the Buffalo Society of natural Sciences, vol. VII, n° 1 : *Guide to the Geology and Paleontology of Niagara falls and vicinity,* by A.-W. Grabau. Albany, 1901; 1 vol. in-8°.

Göteborgs Kungl. Vetenskaps- och Vitterhets-Samhälles Handlingar. Fjärde följden. Häft. III. Gœtborg, Wettergren et Kerber, 1901; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 SEPTEMBRE 1901,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire de la ville d'Arbois** prie l'Académie de vouloir bien se faire représenter à l'inauguration du monument élevé à Pasteur, qui doit avoir lieu à Arbois, le 29 septembre 1901.

M. **Cailletet** est désigné pour représenter l'Académie à cette cérémonie.

MÉCANIQUE. — *Les systèmes binaires et les couples d'éléments cinématiques* (¹). Note de M. **G. Kœnigs**.

« Les positions relatives que deux corps solides peuvent prendre l'un par rapport à l'autre dépendent de six paramètres. Si l'on assujettit ces

(¹) Voir mes Notes d'août et du 2 septembre.

positions à des conditions déterminées, cela revient à restreindre le champ de variations de ces six paramètres : on se trouve alors avoir défini ce que nous appelons un *système binaire*.

» Si les conditions restrictives se traduisent par $(6-k)$ équations finies entre les six paramètres, les positions relatives des deux corps dépendent seulement de k paramètres; le système binaire a le *degré k de liberté*.

» La conception du système binaire est donc purement abstraite, elle est indépendante des moyens que l'on peut employer pour réaliser physiquement un tel système, pour en opérer le *guidage*.

» Si l'on établit entre deux corps A et B un couple d'éléments cinématiques, ces corps forment par cela même un certain système binaire. Mais la réciproque n'est pas vraie; il n'arrivera que fort rarement de pouvoir guider un système binaire au moyen d'un *simple couple d'éléments*. Trois conditions seront pour cela nécessaires :

» 1° Il faudra que l'ensemble des conditions qui représentent analytiquement le système binaire soit équivalent à un système d'équations exprimant le contact de certaines surfaces S, S_1, S_2, ..., pratiquées sur le corps A, avec d'autres surfaces S', S'_1, S'_2, ..., pratiquées sur le corps B.

» 2° Cette condition étant remplie, il faudra que ces surfaces, physiquement réalisées, puissent entrer en contact, ce qui ne se pourra pas toujours; par exemple, s'il s'agissait de mettre en contact un hyperboloïde et un plan.

» 3° Enfin, les deux premières conditions étant vérifiées et les corps A et B placés dans une position relative où les contacts sont établis comme il convient, il faudra que le système ne puisse recevoir aucun mouvement relatif capable de faire cesser les contacts existants et de dissocier de cette manière le couple.

» La première et la dernière de ces trois conditions demandent des explications.

» Dans la première, on voit que nous ne faisons intervenir au rang des liaisons entre corps solides que les contacts géométriques entre surfaces, ce qui ne donne que des équations en termes finis. Nous mettons donc de côté le frottement *en tant qu'organe de liaison*.

» Le frottement, en effet, est une force au même titre que la pesanteur. Deux roues de friction ne présentent, au point de vue cinématique, que deux disques circulaires assujettis à demeurer en contact. S'ils sont faits d'une matière susceptible d'un parfait poli, ils tourneront l'un devant

l'autre indépendamment. Dans le cas contraire, ils s'entraîneront par suite du développement de la *force* de frottement. C'est tout à fait analogue à ce qui se passerait si, après avoir taillé une pièce d'un mécanisme dans une substance légère, on construisait ensuite un mécanisme identique en taillant cette même pièce dans une matière très lourde. Dans un cas comme dans l'autre, les différences qui tiennent au choix de la matière employée ne changent pas la nature du mécanisme, elles ne font que modifier l'état des forces qui s'exercent sur lui. Du moment où l'on introduit dans un mécanisme la considération du frottement, il commence à devenir une machine.

» La troisième condition donne lieu à d'importantes remarques.

» Les contacts ayant été établis dans une position déterminée, il y a des déplacements infiniment petits relatifs que les corps ne peuvent recevoir par suite de ces contacts. Nous dirons que le couple d'éléments *appuie* les deux corps contre ces déplacements relatifs.

» Les autres déplacements relatifs infiniment petits sont de deux sortes. Les premiers sont ceux que les corps peuvent recevoir sans que cesse le contact entre les divers couples de surfaces conjuguées. Ces déplacements correspondent à la variation des paramètres dont dépend le système binaire qui se trouve réalisé par le fait même des contacts supposés. Ces déplacements peuvent être effectués librement, chacun dans son propre sens ou dans le sens opposé. Pour ce motif nous les appelons *déplacements dicinétiques*.

» Mais il est d'autres déplacements qui présentent cette particularité que les corps sont appuyés contre le déplacement opposé, en sorte que ces déplacements ne peuvent se produire chacun *que dans un sens*. Pour ce motif nous les appelons *déplacements monocinétiques*. Les déplacements monocinétiques, s'ils se produisent, ont pour effet de faire cesser certains contacts et de dissocier par conséquent le couple.

» Il y aura donc deux catégories de couples d'éléments. Les uns, que nous appellerons *parfaits*, ne possèdent pas de déplacement monocinétique : exemple, le couple vis-écrou. Les autres, que nous appellerons *imparfaits*, possèdent de tels déplacements : exemple, la roue d'un wagon sur le rail.

» La troisième condition semble exclure ces derniers couples, mais il suffit que les déplacements monocinétiques ne soient jamais appelés à se produire.

» Nous appelons *clôture d'un couple imparfait* tout procédé qui a pour résultat de prévenir la production des déplacements monocinétiques. Il y a

des procédés cinématiques de clôture; il y en a aussi de dynamiques, en entendant par là que l'on s'abstiendra d'appliquer des forces capables de provoquer les déplacements proscrits. C'est en cela que consiste pour nous la *clôture par force*, qui serait mieux nommée *clôture par abstention des forces*.

» Faisons observer qu'en dehors des déplacements monocinétiques il y a des déplacements dicinétiques susceptibles de produire la dissociation du couple. Ce sont ceux qui se produisent *aux limites*, c'est-à-dire lorsque, le contact de deux surfaces conjuguées venant à s'opérer sur la frontière au delà de laquelle l'un des profils cesse d'exister, il se produit un déplacement qui fait franchir cette frontière au point de contact. C'est par le contact aux limites que le couple vis-écrou se trouve dissocié. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *La lécithine dans la tuberculose.* Note de MM. **H. Claude** et **A. Zaky**, présentée par M. Bouchard.

« Les heureux effets de la lécithine dans la tuberculose ont été signalés par MM. Gilbert et Fournier, par M. Lancereaux; nous avons cherché à déterminer, d'une façon un peu plus précise que par les données de la clinique, l'action de ce corps sur les organismes tuberculisés. Nos études ont porté sur les animaux et sur l'homme.

» I. *Recherches expérimentales.* — Nous avons fait deux séries d'expériences :

» 1° Trois cobayes furent inoculés avec des produits tuberculeux. Deux reçurent des injections d'huile lécithinée ($0^{gr},10$ par jour de lécithine); le troisième servit de témoin. Ce dernier succomba au bout de trente-cinq jours. Les deux autres moururent l'un trois semaines, l'autre cinq semaines plus tard. L'analyse des urines montra que, sous l'influence de la lécithine, les animaux tuberculisés éliminèrent moins de phosphore (0,013 au lieu de 0,032 en moyenne), et que leur nutrition fut meilleure, puisque le coefficient $\frac{\text{Az U}}{\text{Az T}}$ resta chez eux au voisinage de 0,90, tandis qu'il s'abaissait chez le témoin à 0,78.

» 2° Trois lots de cobayes, de trois individus chacun, furent inoculés de même avec des bacilles de Koch. L'un de ces lots reçut des injections sous-cutanées d'huile lécithinée ($0^{gr},05$ de lécithine par jour); un autre absorba par voie stomacale $0^{gr},05$ de lécithine. Le troisième ne prit pas de lécithine et servit de témoin.

» Tous les animaux du premier lot étaient morts au bout de cinquante jours; des deux autres lots, dont les individus sont nettement tuberculisés, deux animaux sur trois sont encore vivants le 1er septembre, c'est-à-dire près de trois mois après l'inoculation tuberculeuse, et leur poids resté stationnaire commence seulement à diminuer depuis quelques jours. La nutrition chez eux est meilleure qu'elle n'a été chez

les témoins; le rapport $\frac{\text{Az U}}{\text{Az T}}$ est notablement supérieur à celui observé chez les témoins, et l'élimination des phosphates constatée chez ces derniers de 0,042 en moyenne n'est que de 0,027 et 0,020 chez les deux lots d'animaux ayant reçu la lécithine.

» II. Nos recherches sur l'homme ont été poursuivies à l'hôpital Saint-Antoine. Nos 20 observations sont relatives à des tuberculoses pulmonaires à des degrés divers.

» Chez huit tuberculeux, au début ou à la première période de la maladie, les résultats du traitement par la lécithine ont été des plus satisfaisants. L'état général, mauvais ou seulement languissant, s'est transformé en quelques jours; les forces ont augmenté, l'appétit a été réveillé presque immédiatement et le poids s'est accru dans des proportions parfois considérables : deux, trois et même sept kilos en moins de vingt jours. L'abaissement du taux des phosphates dans les urines a suivi *immédiatement* l'ingestion de la lécithine : 1,88 à 1,08 en moyenne, dans un cas; 1,40 à 0,99 dans un autre; 2,55 à 2,03 chez un troisième, etc. Enfin le coefficient d'utilisation azotée $\frac{\text{Az U}}{\text{Az T}}$ s'est élevé d'une façon constante, et dans des proportions variables suivant les cas : de 0,70 à 0,90 en moyenne dans l'observation VI; de 0,77 à 0,82 dans l'observation V; de 0,79 à 0,85 dans l'observation III, etc.

» Ainsi, non seulement, sous l'influence de la stimulation de l'appétit provoqué par la lécithine, les malades absorbent davantage et éliminent davantage, comme le prouve l'augmentation du chiffre de l'urée dans nos analyses, mais ils élaborent mieux, et les combustions organiques sont remarquablement activées.

» Cinq observations de tuberculose pulmonaire au deuxième degré nous montrent que la lécithine donne ici également des résultats très satisfaisants. Dans tous ces cas, nous avons noté, pendant l'ingestion du médicament, une augmentation du poids chez des sujets qui auparavant maigrissaient. Parfois l'augmentation croissante du poids a été arrêtée par une poussée fébrile, une complication intercurrente, mais après ces épisodes l'élévation de poids continuait. De plus, chez tous ces malades l'analyse des urines nous a montré une diminution dans l'élimination des phosphates et une élévation du coefficient $\frac{\text{Az U}}{\text{Az T}}$.

» Chez les quatre tuberculeux porteurs de vastes cavernes, les résultats ont été variables. Un malade apyrétique a retiré les mêmes bénéfices du traitement lécithiné que les autres sujets dont nous venons de parler.

» Trois autres, atteints de fièvre à grandes oscillations et de troubles généraux intenses, ont continué à maigrir. Mais, fait important, l'élimination des phosphates a été moins abondante depuis l'emploi de la lécithine, et le coefficient $\frac{\text{Az U}}{\text{Az T}}$ a été légèrement accru. Quant à l'évolution des lésions, elle n'a pas paru modifiée. Nous ferons remarquer toutefois que nos observations n'ont pas encore porté sur un laps de temps suffisant pour qu'il nous fût possible d'apprécier un changement quelconque dans des altérations organiques aussi avancées.

» Les mêmes réflexions s'appliqueraient à deux cas de phtisie pulmonaire à marche aiguë (forme bronchopneumonie). L'amaigrissement n'a pas été arrêté par l'emploi de la léthicine; toutefois, il a été moins rapide qu'auparavant, l'état général a été, à cer-

taines périodes, très amélioré, et l'élimination phosphatique comme le rapport $\frac{AzU}{AzT}$ ont été favorablement influencés, comme dans les observations précédentes, malgré la déchéance profonde de l'organisme.

» Chez un jeune homme qui paraissait au début d'une tuberculose pulmonaire à marche aiguë, les signes physiques comme les phénomènes généraux se sont brusquement modifiés à partir du moment où la lécithine a été employée; malgré une tendance à une nouvelle poussée, au moment de laquelle la dose habituelle de $0^{gr},30$ de lécithine a été élevée à $0^{gr},50$, le malade est sorti de l'hôpital avec quelques traces de lésions pulmonaires à un des sommets, et un état général parfait.

» Enfin, dans notre dernière observation, relative à un cas de granulie traité par la lécithine à la dose de $0^{gr},50$ deux jours avant la mort, nous avons noté, malgré l'état de cachexie ultime du malade, une diminution de l'élimination des phosphates après l'ingestion des médicaments.

» Nous pensons pouvoir conclure de ces recherches que la lécithine, grâce à son action en quelque sorte spécifique sur l'élimination des phosphates par les urines, à son influence remarquable sur les échanges nutritifs (élévation du coefficient $\frac{AzU}{AzT}$, ou d'utilisation azotée), peut être considérée comme un adjuvant précieux des diverses méthodes de traitement de la tuberculose. »

VITICULTURE. — *Sur les ravages de la Pyrale dans le Beaujolais et sur la destruction des papillons nocturnes au moyen de pièges lumineux alimentés par le gaz acétylène.* Note de MM. **G. Gastine** et **V. Vermorel**, présentée par M. Joannes Chatin.

« Depuis deux ou trois années, une nouvelle période d'attaque des vignobles par la Pyrale s'est manifestée dans le Beaujolais. Beaucoup de vignerons ont procédé à l'ébouillantage, mais n'ont pu arrêter les progrès du Lépidoptère ampélophage. Son abondance extrême, dès le commencement de juillet, dans le vignoble de Liergues, nous a engagés à tenter sa destruction par des pièges lumineux.

» Dans les lampes à acétylène dont nous nous sommes servis, le bec d'éclairage est complètement libre et disposé à 12^{cm} ou 15^{cm} de hauteur, au centre d'un bassin circulaire en métal léger, de 40^{cm} à 50^{cm} de diamètre. Ce bassin peu profond est garni d'eau sur 2^{cm} ou 3^{cm} de hauteur, puis l'eau est recouverte d'une couche d'huile de pétrole, ou mieux d'une huile plus économique, telle que l'huile de schiste.

» Le petit générateur d'acétylène reçoit 150^{gr} de carbure de calcium, quantité qui permet d'alimenter durant six à sept heures un bec simple, à flamme filiforme, qui fournit l'équivalent lumineux de 1,1 carcel environ. Ce générateur supporte le bassin-

piège, et lui-même se trouve fixé par une douille sur un piquet enfoncé à hauteur convenable. Dans les vignes très pyralées, dépouillées de végétation, les foyers ont été placés assez bas. Dans celles encore garnies de frondaisons, les appareils étaient placés plus haut, pour que le rayonnement des flammes ne fût pas masqué. L'allumage était commencé entre $8^h 30^m$ et 9^h, et les lampes brûlaient jusqu'au lever du jour.

» Pendant la période crépusculaire, nous avons observé qu'il se prenait relativement peu de papillons. Les prises abondantes commençaient à la nuit pleine. De véritables nuées de papillons étaient alors attirés par les flammes brillantes de l'acétylène. Quelques-uns étaient brûlés en passant dans ces flammes ou dans la zone de gaz chauds située au-dessus d'elles, mais la plupart étaient pris en se précipitant directement dans les bassins pendant leur vol à courbure plongeante, au voisinage des foyers. Rarement les chutes étaient isolées. Elles avaient lieu presque toujours par paires ou par quantités plus considérables. Au début, nous avions mis peu d'huile: 50^{cc} ou 60^{cc} dans les bassins, quantité qui suffirait quand les papillons ne seraient point très abondants. Mais, en présence des nombreux insectes qui, rapidement, couvraient le liquide, nous avons garni les plateaux avec 120^{cc} et même 150^{cc} d'huile de schiste, afin d'assurer les prises par l'imbibition des papillons, même lorsque leur couche devenait épaisse de quelques centimètres. Aussitôt touchés par le pétrole, ils étaient étouffés par pénétration de ce liquide dans les stigmates.

» Ces essais ont été commencés, dans la nuit du 13 au 14 juillet, avec deux lampes écartées de 50^m. L'un des bassins fut renversé par accident le matin de la récolte. Sur l'autre nous pûmes recueillir 4650 Pyrales et 218 insectes divers, parmi lesquels des papillons de grosse taille, rapidement étouffés, malgré leur vigueur, par le pétrole (¹).

» Dans la nuit du 14 au 15, les deux appareils, maintenus à la même place, prirent 2000 Pyrales. Dans la nuit du 15 au 16, l'un donna 1300, l'autre 1400, au total 2700 papillons. Dans celle du 16 au 17, un seul appareil fournit 1600; dans celle du 17 au 18, 2800 prises. Le second appareil ne put fonctionner, à cause de la rupture du bec.

» Douze appareils semblables furent placés en carré à 50^m de distance les uns des autres dans la nuit du 18 au 19. Le bassin le plus chargé accusa 1650 papillons, et le

---

(¹) Ces insectes ont été déterminés et il peut être intéressant de les signaler; ce sont : Lépidoptères : 7 *Pterophorina*, 4 *Lithosia quadra*, 5 *L. luteola*, 17 *L. rubricollis*, 7 *Acontia luctuosa*, 4 *Bombyx rubi*, 3 *B. populi*, 48 *B. chrysorrhea*, 23 *Fidonia fasciolaria*. Coléoptères : 16 Altises, 3 *Aphodius prodromus*, 13 *Harpalus ruficornis*, 1 *Feronia cuprea*, 2 *Lampyris noctiluca* mâles. Hémiptères : 7 Notonectes, 6 Punaises diverses. Hyménoptères : 1 Ichneumon, 3 Fourmis femelles, 48 Fourmis mâles.

moins bien garni 400. L'ensemble des prises s'éleva à 12600 papillons : soit, en moyenne, 1050 par lampe.

» Dans la nuit du 19 au 20 juillet, vingt appareils fonctionnèrent avec les mêmes dispositions d'écartement. La récolte fut importante cette nuit-là. Dans le bassin le plus chargé, on mesura 5000 Pyrales, tandis que le moins garni n'en avait que 900. Le total des prises pour les vingt lampes fut de 64000 papillons, c'est-à-dire 3200 par lampe en moyenne. Ces différences reconnaissent pour cause l'inégale quantité des Pyrales aux lieux de fonctionnement de chaque lampe. Les maxima étaient constatés dans les parties de vignes les plus dévastées.

» Nous avons continué jusqu'en août; mais le mesurage ne fut pas toujours possible, car les bassins débordèrent quelquefois par la pluie. Voici sommairement la suite des expériences arrêtées fin juillet :

Nuit du 20 au 21........	pour	19	lampes	42000	papillons	soit par lampe		2210
» 22 au 23........	»	20	»	10200	»		»	500
» 25 au 26........	»	4	»	1000	»		»	250
» 26 au 27 (avec clair de lune)..	»	16	»	9000	»		»	560
» 29 au 30........	»	20	»	5000	»		»	250
» 30 au 31........	»	42	»	10000	»		»	520

» En chiffres ronds, du 13 au 31 juillet nous avons détruit 170000 Pyrales, c'est-à-dire, par appareil et par soirée, 940 papillons. L'expérience aurait donné des moyennes très supérieures si nous avions pu la commencer dès les premiers jours de juillet, avec des soirées chaudes et calmes correspondant à l'éclosion.

» Il était intéressant de vérifier la proportion des papillons femelles. Cette analyse a été faite par M. Dewitz. Nous ne donnerons que les chiffres moyens. La distinction des sexes a été faite en examinant les organes sexuels internes.

	Femelles. Pour 100.	Mâles. Pour 100.
Nuit du 13 au 14 juillet	39,0	61,0
» 14 au 15 »	59,0	41,0
» 15 au 16 »	76,0	24,0
» 16 au 17 »	37,0	63,0
» 17 au 18 »	36,6	63,4
» 18 au 19 »	40,4	59,6
» 20 au 21 »	26,6	73,4
» 22 au 23 »	31,8	68,2
» 25 au 26 »	37,9	62,1
» 26 au 27 »	37,0	63,0
Moyenne générale......................	42,0	58,0

» Ainsi que dans les expériences d'Audouin, le nombre des femelles a

surpassé un moment celui des mâles, quoique la proportion de ces derniers soit généralement supérieure à celle des femelles.

» D'après les essais que nous venons de mentionner, nous pensons que l'emploi des lampes à acétylène pour la destruction des papillons nocturnes conduit à des captures beaucoup plus élevées que les procédés employés jusqu'à ce jour, et que c'est une erreur de penser que l'attraction des papillons n'est point, dans une certaine mesure, proportionnelle à l'intensité lumineuse des lampes. Le système de piège par large bassin garni l'huile de pétrole ou de schiste, flottant sur l'eau, permet, d'autre part, des prises considérables, que l'on n'avait jamais réalisées jusqu'ici.

» La dépense par lampe et par soirée est peu importante, environ $0^{fr},08$, même en comptant la quantité maximum d'huile de schiste, que l'on peut d'ailleurs récupérer en partie par des moyens faciles. Si les lampes sont placées en carré, et à 50^{m} les unes des autres, ce qui correspond à l'emploi de 4 lampes par hectare, la dépense en produits s'élève à $0^{fr},32$.

» L'allumage des lampes devant avoir lieu pendant la durée du papillonnage, du moins pendant toutes les soirées favorables, si nous supposons qu'en moyenne cette durée correspond à vingt soirées d'allumage, la dépense par hectare, à raison de 4 lampes pour cette surface, atteint $6^{fr},40$.

» Nous nous proposons d'expérimenter sur le *Cochylis* l'effet de ces feux à l'acétylène, leur emploi pouvant peut-être assurer une défense pratique pour prévenir les dégâts, de beaucoup les plus considérables, qui résultent de la seconde génération d'été de cet insecte ampélophage. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Répartition de l'acidité dans la tige, la feuille et la fleur.* Note de M. **A. Astruc**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Il existe, dans la plupart des végétaux, des acides libres ou à demi combinés, solubles dans l'eau distillée, et faciles à mettre en évidence et à doser, au moyen d'une liqueur alcaline titrée, en présence de phtaléine du phénol.

» L'acidité végétale a surtout été étudiée jusqu'ici chez les plantes grasses (Crassulacées, Mésembryanthémées, Cactées, etc.). Je me suis proposé d'étendre ces recherches, en étudiant la répartition des acides chez d'autres végétaux, et les relations qui peuvent exister entre le degré d'acidité d'un organe et le développement de cet organe.

» Mes essais [1] ont porté sur un certain nombre de plantes appartenant à des familles très diverses; je citerai les genres *Phaseolus, Ribes, Rosa, Prunus, Spiræa, Rubus, Cratægus, Ptelea, Ailantus, Evonymus, Ligustrum, Weigelia, Coleus, Dahlia, Chenopodium, Vitis, Ampelopsis, Mercurialis,* etc.

» 1° *Tige.* — Mesurée dans des régions de plus en plus éloignées du sommet, l'acidité de la tige décroît progressivement à mesure qu'on s'écarte davantage du point végétatif.

» Ainsi, en prenant comme unité le nombre de centimètres cubes de solution de potasse (au cinquantième du poids moléculaire) nécessaires pour amener le virage de la phénolphtaléine, l'acidité par gramme de tige de rosier du Bengale est représentée par le chiffre 17,75 à l'extrémité, alors que, pour les régions au-dessous, les nombres sont respectivement : 10,76, 8,18, 7,47.

» 2° *Feuille.* — L'acidité comparée des feuilles, suivant leur développement, donne lieu à une observation de même nature.

» Lorsqu'on étudie une série de feuilles disposées sur une même tige, on constate, en effet, que l'acidité va en diminuant à mesure qu'on s'adresse à des feuilles plus développées. Le contenu acide, relativement considérable dans les feuilles jeunes, l'est moins dans les feuilles adultes, et moins encore dans les feuilles plus âgées, commençant à jaunir.

» Ainsi, dans l'exemple ci-dessus du rosier du Bengale, les nombres 17,75, 16,80, 16,72, 15,23, et 12,10 représentent l'acidité de feuilles de plus en plus éloignées du sommet de la tige.

» Mais il y a plus. De l'étude de la répartition des acides dans une même feuille il résulte qu'ici encore la plus forte proportion d'acides correspond aux parties les plus jeunes. J'ai divisé chaque limbe de feuille étudiée en trois parties à peu près égales : une portion terminale A, une portion médiane B et une portion basilaire C.

» Les feuilles à développement basipète, c'est-à-dire dont la zone de croissance se trouve à la base du limbe, ont une acidité qui va en augmentant depuis A jusqu'à C (genres *Vitis, Quercus,* etc.); si la feuille est composée, comme dans les genres *Rubus, Ampelopsis*, non seulement chaque foliole présente cette relation, mais les folioles les plus petites de la base, qui sont les plus jeunes, sont également celles qui renferment le plus d'acides.

» Quand le développement de la feuille est basifuge, c'est, au contraire, la partie terminale A qui possède la plus grande acidité; tel est le cas des genres *Phaseolus, Prunus, Weigelia,* parmi les feuilles simples, *Ailantus,* parmi les feuilles composées.

» Lorsque la croissance de la feuille est mixte, c'est-à-dire qu'elle participe à la fois de l'accroissement basifuge et basipète (genres *Dahlia, Helianthus*), la partie médiane B se trouve alors renfermer la plus forte proportion d'acides.

» En tout cas, la teneur en acides est plus élevée dans les feuilles que dans la tige, et, lorsque certains rameaux foliaires sont développés en vrille, comme dans les genres

---

[1] Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

Vitis, Ampelopsis, l'acidité de la vrille est intermédiaire entre celles de la feuille et de la tige.

» Tous ces dosages concernant la feuille ont une valeur différente, suivant qu'on les effectue le matin de très bonne heure, ou le soir, vers le coucher du soleil. On constate, en effet, une certaine perte d'acides dans la journée, mais cette faible diminution est loin d'être comparable à celles fournies par les plantes grasses dans les mêmes conditions.

» 3° *Fleur.* — Étudiée à ses divers âges, depuis son état en bouton jusqu'à son complet épanouissement, la fleur présente une diminution progressive d'acidité, fait parallèle à celui que je viens d'indiquer pour la tige et pour la feuille. A partir de ce moment, les pétales sèchent et disparaissent bientôt, l'ovaire s'accroît, et l'acidité augmente légèrement pour diminuer ensuite à nouveau pendant la maturation du fruit.

» En résumé : 1° L'acidité de la tige diminue à mesure que l'on s'éloigne du sommet;

» 2° L'acidité des feuilles, supérieure à celle de la tige, est en raison inverse de l'âge, les plus jeunes étant, par conséquent, les plus acides;

» 3° Dans une même feuille le maximum d'acidité se trouve vers la zone de croissance;

» 4° L'acidité de la fleur décroît depuis l'état de bouton jusqu'à complet épanouissement.

» Ce sont donc toujours les parties les plus jeunes qui présentent le maximum d'acidité. Il y a relation étroite entre la formation des acides d'une part, l'intensité de la croissance et l'activité du cloisonnement cellulaire d'autre part. »

PALÉONTOLOGIE. — *Une nouvelle grotte avec figures peintes sur les parois à l'époque paléolithique.* Note de MM. **L. Capitan** et **H. Breuil**, présentée par M. Moissan.

« Nous avons eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans la séance précédente, une Note sur une série de figures gravées à l'époque paléolithique sur les parois de la grotte des Combarelles (Dordogne). Nous désirons aujourd'hui attirer l'attention sur de véritables peintures à fresque que, sous la conduite de M. Peyrony qui venait de les découvrir, nous avons pu étudier dans la grotte de Font-de-Gaume, sise également dans la vallée de la Beune, mais à $1^{km},500$ des Eyzies (Dordogne), et à 2^{km} environ de la grotte des Combarelles.

» La grotte de Font-de-Gaume s'ouvre à l'ouest, à mi-hauteur d'une falaise cré-

tacée, le long de la route des Eyzies à Saint-Cyprien, à 20^m environ au-dessus du sol de la vallée.

» Elle a la forme d'en long boyau, d'une longueur totale de $123^m,80$, avec trois ramifications de 15^m, 21^m et 48^m de longueur et fort irrégulières. La largeur de la grotte varie de 2^m à 3^m en moyenne, avec une hauteur qui dépasse parfois 7^m à 8^m. Par places, il y a des étranglements ne laissant que de très étroits passages.

» Les premières figurations d'animaux commencent à $65^m,70$ de l'entrée, après un passage extrêmement étroit ouvert à $1^m,70$ du sol au milieu d'un mur de stalagmite. Le caractère général de ces images est tout à fait différent de celles des Combarelles. Il n'existe que quelques rares figures uniquement gravées, les traits sont d'ailleurs extrêmement fins et peu profonds. Ils n'ont pas l'énergie et la vigueur de ceux des animaux figurés sur les parois de la grotte des Combarelles.

» Presque toutes ces images sont formées d'un trait finement gravé, accentué par une bande de couleur noire ayant une largeur de 1^{cm} à 2^{cm} et circonscrivant tout l'animal. Souvent certaines parties, telles que les pattes, sont uniquement peintes avec cette couleur noire; quelques animaux, tels un grand Renne (de $1^m,50$ de longueur) et un petit Équidé (de $0^m,50$ de longueur), sont entièrement peints en noir, formant de vraies silhouettes comme les figures des vases à peinture grecs primitifs. Parfois le trait, au lieu d'être noir, est tracé avec de l'ocre rouge. Il est fréquemment fort large.

» Mais le plus souvent les animaux, dont les contours sont indiqués par un trait noir, ont toute la surface ainsi circonscrite entièrement enduite d'ocre rouge. Parfois certaines parties, comme la tête des Aurochs, semble avoir été enduite de noir et de rouge, donnant une coloration brunâtre. Sur certains animaux, la tête est au contraire noire et le train postérieur brunâtre. Cette coloration générale, vraie peinture à fresque, a été appliquée souvent par-dessus les traits gravés sur l'animal; d'autres fois les traits, ou même un véritable raclage, ont été faits sur la couleur déjà appliquée. Enfin, les contours sont parfois accusés par un véritable grattage extérieur, rappelant le procédé de la gravure à champ levé. Quelquefois l'artiste a profité des saillies de la pierre pour accentuer certaines parties de l'animal. Nombre de figures (traits et couleurs) sont recouvertes d'un enduit stalagmitique, parfois épais de près de 2^{cm}.

» Les figures se retrouvent jusqu'au fond de la grotte, qui n'est qu'un très étroit boyau. On peut en voir presque au ras du sol et d'autres jusqu'à 4^m de hauteur. Certains animaux, tel un gros Auroch entièrement peint en rouge, mesurent $2^m,50$ de longueur; beaucoup d'animaux ont plus de 1^m, quelques-uns n'ont que $0^m,50$ de longueur. Ils sont donc ordinairement assez grands.

» Voici le relevé des figures que nous avons pu nettement distinguer. Un bon nombre sont tellement frappantes, qu'elles se voient à distance, surtout quand la coloration est bien conservée; d'autres doivent être recherchées avec un peu de soin. Le nombre total des figures est de 77, presque toutes peintes et qui se décomposent ainsi :

» Aurochs, 49 (animaux ordinairement entiers et dont les deux tiers au moins sont parfaitement nets avec leur bosse et leur tête typiques, les autres pouvant également

se reconnaître; ils sont souvent en file ou affrontés). Animaux indéterminés, 11. Rennes, 4. Cerf, 1. Équidés, 2. Antilopes, 3. Mammouths, 2. Ornements géométriques, 3. Signes scalariformes, 2. Ces dernières figurations sont identiques à celles observées par Piette sur des galets peints et des os gravés.

» Cet ensemble de véritables et nombreuses fresques constitue donc une très curieuse manifestation artistique. Jusqu'ici elles étaient fort rares et n'avaient guère été signalées qu'à la Mouthe (colorations partielles) et probablement à Altamira (Espagne). Quant à leur âge, elles semblent pouvoir être considérées comme magdaléniennes, peut-être toutefois un peu moins anciennes que les figures gravées sur les parois de la grotte des Combarelles. »

M. **Aug. Coret** adresse une Note relative à son « loch à indications instantanées, à deux tubes de Pitot ».

(Renvoi à l'examen de M. Guyou.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 septembre 1901.

Texas petroleum, by William-Battle Phillips. (*The University of Texas Mineral Survey Bulletin,* n° 1, july 1900). 1 fasc. in-8°.

The atomic weight of arsenic, by William-Clarence Ebaugh. Philadelphie, 1901; 1 fasc. in-8°.

Aromatic bases as precipitants for rare earth metals, by Alice-Macmichael Jefferson. Philadelphie, 1901; 1 fasc. in-8°.

Atomic weight of tungsten. — Ammonium tungstates, by Thomas-Maynard Taylor. Philadelphie, 1901; 1 fasc. in-8°.

The action of hydrochloric acid gras upon metallic vanadates. Philadelphie, 1901; 1 fasc. in-8°.

Katalog der Bibliothek der kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher, bearbeitet von Oscar Grulich; Lief. 7-9. Halle, 1896; 3 fasc. in-8°.

Leopoldina, amtliches Organ der kaiserlichen Leopoldino-Carolinischen deut-

schen Akademie der Naturforscher, herausgeg. unter Mitwirkung der Sektionsvorstände von dem Presidenten Dr K. von Fritsch; Hefte XXXII-XXXVI. Halle, 1896; 5 fasc. in-4°.

Nova Acta Academiæ Cæsareæ Leopoldino-Carolinæ germanicæ naturæ curiosorum; t. LXIII-LXXII, LXXIV-LXXVIII. Halle, 1901; 15 vol. in-4°.

Anales de la Sociedad Cientifica Argentina; t. LII, entr. 1, julio 1901. Buenos-Ayres; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 19 août 1901.)

Note de M. *F. Siacci,* Sur un problème de d'Alembert :

Page 381, dans la formule (1) et dans la suivante, *au lieu de* $zc+u^2$, *lisez* $2c+u^2$; dans la cinquième formule, *au lieu de* $(1-\sin\theta)^{\alpha}$, *lisez* $(1-\sin\theta)^{-\alpha}$.

(Séance du 16 septembre 1901.)

Note de M. *A. Cornu,* Démonstration et usage des formules relatives au réfractomètre :

Page 466, ligne 3, *au lieu de* entre 0° et 180°, *lisez* entre 0° et 90°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 SEPTEMBRE 1901,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Problème de la dissipation, en tous sens, de la chaleur, dans un mur épais à face rayonnante;* par M. J. BOUSSINESQ.

« I. J'ai exposé, dans plusieurs Notes des *Comptes rendus* de juin et juillet 1900 ([1]), une méthode simple, pour ramener un certain nombre de problèmes sur le refroidissement ou l'échauffement des corps *par rayonnement*, aux problèmes du refroidissement ou de l'échauffement des mêmes corps *par contact*. Elle consiste à former une fonction linéaire φ de la température u et de ses dérivées partielles premières en x, y, z, régie par des équations exactement analogues, sinon identiques, à celles que vérifie la

([1]) T. CXXX, p. 1579, 1652 et 1731, et t. CXXXI, p. 9 et 81.

température u dans le cas du contact; de sorte que φ soit exprimé par la formule générale même qui résout ce cas particulier du contact. Après quoi, la température u s'obtient par l'intégration de l'équation aux dérivées partielles, du premier ordre en x, y, z, reliant u à la fonction auxiliaire φ, désormais connue.

» Mais je n'ai donné, en fait d'états calorifiques non permanents, c'est-à-dire fonctions du temps t, que des exemples où une seule coordonnée, x, figurait dans la question. Il ne sera donc pas inutile de montrer ici que la méthode s'applique également à des exemples où paraissent simultanément, à côté du temps t, les trois coordonnées x, y, z.

» Je considérerai, à cet effet, un mur homogène, ayant comme face le plan des yz et s'étendant à l'infini tant dans les sens des y et des z, positifs ou négatifs, que dans celui des x positifs. Sa température initiale, ou relative à $t=0$, sera une fonction arbitraire $f(x,y,z)$ de x, y, z, et non plus de x seulement : toutefois, pour que le problème soit bien déterminé, sans complication spéciale, nous admettrons que cette fonction et, par suite, u à toute époque s'annulent aux distances infinies de l'origine. D'ailleurs, la face $x=0$ sera supposée rayonner sa chaleur vers l'espace occupant la région des x négatifs, censé maintenu à la température zéro; et l'on aura $\frac{du}{dx}=hu$ (pour $x=0$).

» II. La fonction linéaire de u et de ses dérivées premières, connue sur le plan $x=0$, sera donc l'expression $u-\frac{1}{h}\frac{du}{dx}$, qui s'y annule; et, si l'on pose

$$(1)\qquad \varphi=u-\frac{1}{h}\frac{du}{dx},$$

cette fonction φ ou, plus explicitement, $\varphi(x,y,z,t)$, satisfera évidemment, comme u, dans tout l'espace situé du côté des x positifs, à l'équation indéfinie

$$(2)\qquad \frac{d\varphi}{dt}=a^2\Delta_2\varphi.$$

Elle vérifiera, de plus, aux limites de cet espace, les relations

$$(3)\qquad \varphi=0\ (\text{pour } x=0),\qquad \varphi=0\ (\text{pour } \sqrt{x^2+y^2+z^2}\ \text{infini}).$$

Enfin, elle aura, comme valeurs initiales,

$$(4)\qquad (\text{pour } t=0)\qquad \varphi=f(x,y,z)-\frac{1}{h}\frac{df(x,y,z)}{dx}.$$

» On voit qu'elle exprimerait justement la température, *si le refroidissement se faisait par contact*, à partir de l'état initial (4). Or, la formule de Fourier, suivie de quelques réductions usuelles, donne, dans ce cas particulier du contact,

$$(5)\quad \begin{cases} \varphi(x, y, z, t) \\ \quad = \dfrac{1}{2\pi^2 a^2 t} \displaystyle\iint_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{(y-\eta)^2+(z-\zeta)^2}{4a^2t}}\, d\eta\, d\zeta \\ \quad \times \displaystyle\iint_0^{+\infty} \left[f(\xi, \eta, \zeta) - \frac{1}{h}\frac{df(\xi, \eta, \zeta)}{d\xi} \right] e^{-a^2\alpha^2 t} \sin\alpha x \sin\alpha\xi\, d\alpha\, d\xi. \end{cases}$$

» III. Il reste à intégrer l'équation (1) en u, simplement différentielle relativement à x. Vu la condition $u = 0$ (à toute époque t) pour x infini positif, il vient

$$(6)\quad u = he^{hx}\int_x^\infty \varphi(x, y, z, t)e^{-hx}\, dx = h\int^\infty \varphi(x + \lambda, y, z, t)e^{-h\lambda}\, d\lambda.$$

Substituons à $\varphi(x + \lambda, y, z, t)$, dans le troisième membre, son expression tirée de (5), et nous aurons

$$(7)\quad \begin{cases} u = \dfrac{1}{4\pi a^2 t} \displaystyle\iint_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{(y-\eta)^2+(z-\zeta)^2}{4a^2t}}\, d\eta\, d\zeta \\ \quad \times \dfrac{2}{\pi} \displaystyle\iiint_0^{+\infty} e^{-h\lambda - a^2\alpha^2 t} \sin(\alpha x + \alpha\lambda) \sin\alpha\xi \\ \quad \times \left[hf(\xi, \eta, \zeta) - \dfrac{df(\xi, \eta, \zeta)}{d\xi} \right] d\lambda\, d\alpha\, d\xi. \end{cases}$$

On reconnaît sous les deux premiers signes $\int$, dans le facteur multipliant $e^{-\frac{(y-\eta)^2+(z-\zeta)^2}{4a^2t}}\, d\eta\, d\zeta$, l'expression même (9) que donne ma Note du 25 juin 1900 (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1731), pour la fonction u dans l'hypothèse d'une température initiale dépendant seulement de x et exprimée par $f(x, \eta, \zeta)$, avec deux paramètres η, ζ. Ce facteur représente, par suite, la température qu'aurait, à l'époque t, le filet prismatique élémentaire de section droite $d\eta\, d\zeta$, idéalement taillé, dans le corps, le long de la parallèle aux x dont les coordonnées y, z sont η et ζ, si l'on avait rendu, à partir de l'époque $t = 0$, la surface latérale de ce filet prismatique imperméable à la chaleur; car, alors, celui-ci se comporterait comme il le fait quand le mur indéfini a les températures initiales $f(x, \eta, \zeta)$, variables seulement

avec la profondeur x sous la face $x = 0$, ou les mêmes dans toute l'étendue de chaque couche parallèle à la surface, et quand, par suite, chaque filet élémentaire parallèle aux x n'échange aucun flux de chaleur avec ses voisins.

» Or la formule (13) de la Note citée du 25 juin 1900 donne le même facteur sous une forme plus réduite; et il en résulte, au lieu de (7), comme expression de u dans le problème actuel :

$$(8)\quad \left\{\begin{aligned} u = {} & \frac{1}{4\pi a^2 t}\iint_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{(y-\eta)^2+(z-\zeta)^2}{4a^2t}}\, d\eta\, d\zeta \\ & \times \frac{2}{\pi}\iint_0^{+\infty} f(\xi,\eta,\zeta)\, e^{-a^2\alpha^2 t}\frac{(\alpha\cos\alpha x + h\sin\alpha x)(\alpha\cos\alpha\xi + h\sin\alpha\xi)}{\alpha^2+h^2}\, d\alpha\, d\xi. \end{aligned}\right.$$

» IV. La température effective u se compose, d'après cette formule, des valeurs partielles qu'elle aurait, si l'on n'attribuait à la température initiale $f(x, y, z)$ ses valeurs données, qu'à l'intérieur d'un filet prismatique élémentaire normal aux x, de coordonnées η, ζ suivant les y et les z, et de section normale $d\eta\, d\zeta$, cette température étant supposée nulle partout hors du filet considéré, pour lequel on prendra, successivement, tous les filets analogues du mur.

» Appelons r la distance, $\sqrt{(y-\eta)^2 + (z-\zeta)^2}$, du point intérieur quelconque (x, y, z) à ce filet élémentaire et $\mathrm{f}(\xi)$ la quantité $C f(\xi, \eta, \zeta)\, d\eta\, d\zeta$ de chaleur que contenait *initialement* l'unité de longueur des divers tronçons de celui-ci, distingués en position les uns des autres par leur abscisse ξ; ou posons, par conséquent,

$$(9)\qquad f(\xi, \eta, \zeta)\, d\eta\, d\zeta = \frac{\mathrm{f}(\xi)}{C},$$

C désignant le calorique spécifique du corps par unité de volume. L'expression de u correspondante, ou due à la chaleur $\int_0^{\infty} \mathrm{f}(\xi)\, d\xi$ ainsi massée primitivement sur l'axe $(y = \eta,\ z = \zeta)$, sera donc

$$(10)\quad \left\{\begin{aligned} u = {} & \frac{e^{-\frac{r^2}{4a^2t}}}{4\pi a^2 t} \\ & \times \frac{2}{\pi}\iint_0^{+\infty} \frac{\mathrm{f}(\xi)}{C}\, e^{-a^2\alpha^2 t}\frac{(\alpha\cos\alpha x + h\sin\alpha x)(\alpha\cos\alpha\xi + h\sin\alpha\xi)}{\alpha^2+h^2}\, d\alpha\, d\xi. \end{aligned}\right.$$

» Telle est la solution simple *naturelle* du problème posé ([1]).

» La concentration de la chaleur le long de l'axe ($y=\eta$, $z=\zeta$), parallèle aux x, ne dure qu'un instant imperceptible. Une fois cet instant passé, la température u s'obtient donc, aux diverses distances r de l'axe et dans les diverses couches $x=$ const. du mur parallèles à sa face $x=0$, en raisonnant comme si la quantité de chaleur initialement concentrée sur l'axe, dans chaque couche, s'y était trouvée disséminée uniformément sur l'unité d'aire et répétée indéfiniment sur toutes les unités d'aire de la même couche, mais en multipliant finalement la température ainsi calculée, par le facteur $\dfrac{e^{-\frac{r^2}{4a^2t}}}{4\pi a^2 t}$.

» C'est ce facteur, évanouissant soit quand la distance r grandit, soit quand le temps (positif) t décroît vers zéro ou, encore, devient infini, qui représente l'effet de la dissipation de la chaleur dans les sens parallèles aux couches.

» V. Quand l'expression $f(\xi,\eta,\zeta)$ des températures initiales a la forme $\chi(\xi)\psi(\eta,\zeta)$, l'expression (8) de u est le produit d'une intégrale double, en α et ξ, par une autre, en η et ζ : le résultat se simplifie donc. C'est ce qui arrive, notamment, lorsque l'échauffement initial a été uniforme, mais limité à un prisme ou cylindre de forme quelconque ayant ses génératrices parallèles aux x et comprises entre deux abscisses données $x=$ const.; cas où l'on peut poser, à un facteur constant près,

$$\chi(\xi)=1, \qquad \psi(\eta,\zeta)=1,$$

pour les coordonnées ξ, η, ζ des points intérieurs au prisme, et

$$\chi(\xi)\psi(\eta,\zeta)=0,$$

pour celles des points extérieurs.

» Si, en particulier, un tel échauffement initial uniforme s'est étendu de la face $x=0$ jusqu'à une grande profondeur x dans le mur, le calcul de l'intégrale en ξ et α se ramènera, comme on a vu dans la Note citée plus haut, à la fonction de Kramp $\int_\omega^\infty e^{-\omega^2}d\omega$. Or l'on reconnaît aisément

---

([1]) On peut voir, dans la XLIX[e] Leçon de mon *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique* (t. II, *Compléments,* p. 520*), la notion de *solution simple naturelle,* pour les problèmes de Physique mathématique concernant les corps de dimensions *infinies*.

qu'il en est de même de l'intégrale en η et ζ, quand le prisme initialement chauffé est rectangulaire, ou que η, ζ n'ont à varier, dans $\psi(\eta, \zeta)$, qu'entre des limites constantes.

» VI. Les intégrations en η, ζ se font encore exactement lorsque $\psi(\eta, \zeta)$ a la forme $e^{-\left(\frac{\eta^2}{b^2}+\frac{\zeta^2}{c^2}\right)}$, les températures initiales étant ainsi $\chi(x)\, e^{-\left(\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}\right)}$ et s'évanouissant plus ou moins rapidement à mesure qu'on s'éloigne de l'axe des x. On trouve alors

$$(11)\quad \left\{ \begin{aligned} u &= \frac{bc\, e^{-\left(\frac{y^2}{b^2+4a^2t}+\frac{z^2}{c^2+4a^2t}\right)}}{\sqrt{(b^2+4a^2t)(c^2+4a^2t)}} \\ &\times \frac{2}{\pi}\int\!\!\int_0^{+\infty} \chi(\xi)\, e^{-a^2\alpha^2 t}\, \frac{(\alpha\cos\alpha x + h\sin\alpha x)(\alpha\cos\alpha\xi + h\sin\alpha\xi)}{\alpha^2+h^2}\, d\alpha\, d\xi. \end{aligned} \right.$$

» Dans chaque couche parallèle à la face $x = 0$ du mur, les courbes isothermes, à l'époque t, ont pour équation

$$(12)\qquad \frac{y^2}{b^2+4a^2t} + \frac{z^2}{c^2+4a^2t} = \text{une fonction de } t,\ x \text{ et } u.$$

» On voit que ce sont des ellipses, toutes homothétiques (à chaque instant), ayant leur centre sur l'axe des x et leurs axes, respectivement suivant les y et les z, dans le rapport $\sqrt{\frac{b^2+4a^2t}{c^2+4a^2t}}$, d'autant plus voisin de l'unité que t est plus grand. La forme elliptique de ces courbes tend donc sans cesse vers la forme circulaire. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur la formation des acides dans les végétaux;* par MM. **Berthelot** et **G. André**.

« L'étude de la formation des acides dans les végétaux a été l'objet d'un grand nombre de travaux; l'un de nous, seul en 1860, avec la collaboration du regretté de Fleurieu en 1865, et surtout en 1885-1886 avec la collaboration de M. André, s'est occupé de cette formation et spécialement de celle de l'acide oxalique ([1]), aux différentes périodes de la végétation, dans un certain nombre de plantes de différentes familles : *Chenopodium quinoa, Amarantus caudatus, Mesembryanthemum cristal-*

([1]) *Chimie végétale et agricole*, t. III, p. 237-279.

linum, Rumex acetosa, Oxalis stricta, Avena sativa, Solanum lycopersicum, Capsicum annuum, ainsi que de celle de l'acide tartrique dans la Vigne ([1]), et de l'acide azotique, dans les Amarantes spécialement.

» L'acidité totale a été mesurée ([2]), ainsi que la proportion spéciale des acides oxalique, carbonique, azotique, etc., libres ou combinés à l'état salin, et la dose des alcalis minéraux; tous les dosages ont été rapportés à la fois au poids sec de la plante totale et au poids sec de chacune de ses parties, notamment dans les limbes des feuilles, comparées aux pétioles et grosses nervures; l'eau dans chacune de ces parties à l'état frais ayant été déterminée rigoureusement. Toutes ces données sont nécessaires pour que les conclusions aient une signification rigoureuse.

» Dans un certain nombre d'espèces, le Rumex notamment, les acides prédominent surtout dans les feuilles où ils paraissent se former ([3]).

» Cette prédominance des acides libres dans les feuilles s'explique d'ailleurs, comme nous l'avons montré : les composés acides susceptibles de se former dans les tissus de la plante ne pouvant être neutralisés que par les alcalis empruntés au sol et qui remontent peu à peu avec la sève, depuis les racines jusqu'aux parties les plus éloignées, qui sont les feuilles, en saturant à mesure et d'abord les acides qu'ils rencontrent dans les régions inférieures.

» La formation même des acides végétaux est un phénomène complexe dépendant à la fois de la réduction de l'acide carbonique par les parties vertes (fonction chlorophyllienne) et de l'oxydation des hydrates de carbone qui en résultent par l'oxygène libre (fonction respiratoire) réagissant au sein des feuilles, de la tige et des fleurs.

» Sans revenir ici sur les conclusions de nos études, au point de vue de la répartition des acides dans les organes des plantes et de leur relation avec la formation des principes albuminoïdes ([4]), il paraît utile de rappeler qu'*il n'existe aucune relation entre la dose totale des acides végétaux contenus dans une plante, à l'état libre ou combiné, et le titre acidimétrique des jus* extraits de ses différentes parties : ce qui résulte de l'observation qui précède sur le *processus* de leur neutralisation, laquelle est indépendante de leur formation même. C'est ainsi que les jus du *Chenopodium*

([1]) *Chimie végétale et agricole,* t. IV, p. 493.
([2]) D'après les essais alcalimétriques, même Ouvrage, t. IV, p. 242, 265-267, 269.
([3]) *Chimie végétale et agricole,* t. IV, p. 257, 260, 264, 270, 275, et *passim.*
([4]) *Chimie végétale et agricole,* t. III, p. 276-279.

quinoa sont sensiblement neutres, quoiqu'ils renferment des doses notables d'acides (sous forme saline, bien entendu); de même l'*Amarantus caudatus*. Le *Mesembryanthemum* fournit des jus neutres au début, plus tard acides, etc.

» En réalité, les liquides végétaux tendent à être généralement acides; mais le degré de cette acidité est loin d'offrir la même importance que la proportion totale des acides, parce que les acides contenus dans un végétal s'y trouvent en majeure partie à l'état salin, c'est-à-dire combinés avec des bases, en formant des sels solubles avec la potasse ([1]) et des sels, solubles ou insolubles suivant les acides, avec la chaux ([2]). C'est donc la dose équivalente des acides végétaux ([3]), tant titrés que combinés, qu'il importe surtout de connaître. Pour y parvenir, il est indispensable de doser les alcalis contenus dans les cendres des plantes; en retranchant d'ailleurs du poids de ces dernières la silice, les acides phosphorique, sulfurique et, s'il y a lieu, l'acide azotique : ces divers acides minéraux existant le plus ordinairement à l'état de traces. On y ajoute le titre acidimétrique initial, lequel ne répond d'ordinaire qu'à une faible dose de la proportion totale des acides contenus dans les tissus de la plante : le maximum de ce titre acidimétrique ne répond pas d'ailleurs toujours aux parties les plus jeunes ([4]). Pour une appréciation sommaire de la formation des acides végétaux, c'est-à-dire pour obtenir un chiffre représentant la somme de leurs équivalents, ce serait plutôt le titre alcalimétrique des cendres — estimé sur le produit total de l'incinération d'un poids bien défini de matière sèche, au moyen d'un acide chlorhydrique normal, soit directement, soit par différence à l'aide d'un dosage inverse de cet acide demeuré libre, — qui fournirait les résultats les plus approchés. »

M. L. Troost présente à l'Académie la treizième édition de son « Traité élémentaire de Chimie ».

([1]) Et, pour une dose généralement faible, avec la soude.

([2]) Et parfois la magnésie. L'oxalate de chaux reste là où il a été formé; tandis que les sels solubles de potasse peuvent circuler avec la sève.

([3]) On ne saurait conclure de là, pas plus que du rapport entre l'acide carbonique décomposé et l'oxygène régénéré, ni à la nature individuelle de ces acides, ni à la proportion d'oxygène intervenue dans leur formation.

([4]) *Chimie végétale et agricole*, t. III, p. 242, 267.

MÉMOIRES LUS.

SPÉLÆOLOGIE. — *Sur les dessins gravés et peints à l'époque paléolithique sur les parois de la grotte de La Mouthe (Dordogne).* Mémoire de M. **Émile Rivière**. (Extrait par l'auteur.)

« L'Académie ayant bien voulu encourager à plusieurs reprises (1895-1896-1899) mes recherches dans la grotte de La Mouthe, l'une des plus curieuses du Périgord par ses dessins gravés et peints sur ses parois, je tiens à lui présenter les résultats principaux de l'étude que j'y ai poursuivie depuis 1897, date de ma dernière Note à l'Académie sur cette grotte.

» Je rappellerai, en quelques mots, que c'est le 8 septembre 1894 que j'ai constaté l'existence de La Mouthe ([1]) et que c'est au mois de juin 1895 ([2]) que j'ai signalé, *pour la première fois*, les dessins gravés sur ses parois.

» A la suite de cette Communication, l'Académie voulut bien me charger d'une première étude et, le mois suivant, je lui présentai, accompagné d'une courte Note, l'estampage d'une des premières gravures que je venais de reconnaître. Depuis lors, j'ai continué, lui consacrant chaque année le plus de temps possible, l'exploration de la grotte, exploration des plus longues, par le travail considérable qu'elle exige en raison même de son remplissage presque jusqu'à la voûte et à peu près depuis l'entrée jusqu'au fond, c'est-à-dire sur une longueur de plus de 200^m.

» Ce remplissage est, dès l'entrée, sur une longueur d'une quinzaine de mètres, formé par les foyers de l'homme préhistorique, qui habita la grotte à plusieurs époques (moustérienne d'abord, magdalénienne ensuite) et à l'époque géologique actuelle ou néolithique, archéologiquement parlant. Les restes de ces deux grandes périodes sont nettement séparés par une couche stalagmitique. Enfin, au-dessous de l'habitation de l'homme, on rencontre une argile très pure, très belle, contenant des ossements et des dents de divers animaux (*Tarandus rangifer*, *Hyæna spelæa* et surtout *Ursus spelæus*) associés à de rares silex moustériens et chelléens.

» J'ajoute que l'ouverture de la grotte, ouverture circulaire semblable à celle d'un four, était tellement étroite que, pour pénétrer dans la grotte, il

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 29 octobre 1894.

([2]) Lettre à l'Académie des Sciences.

fallait passer à plat ventre. Ses dimensions, en effet, étaient de $0^m,37$ dans sa plus grande hauteur, sur $0^m,62$ de largeur, dimensions qui persistaient sur la plus grande partie de sa longueur et sont encore les mêmes au point où mes travaux sont actuellement parvenus, c'est-à-dire à 128^m de l'entrée de la grotte, et sur une longueur encore de 70^m au moins.

» Peut-être la grotte s'étend-elle au delà, car, à cette distance de 200^m, on est arrêté brusquement par de grosses colonnes de stalactite, semblables à celles que j'y ai rencontrées en maints endroits; il se pourrait même qu'elle traversât la colline boisée dans laquelle elle est creusée, pour s'ouvrir sur une autre vallée, comme je dois m'en assurer prochainement.

» Quoi qu'il en soit, c'est à la distance de 95^m à 96^m de l'entrée que l'on constate l'existence du premier dessin gravé, et c'est à $128^m,60$ que se trouvent les dernières gravures mises à découvert, ce qui ne préjuge en rien de celles que la continuation de mes travaux peut révéler encore.

» Les dessins sont de trois ordres, d'après leur mode de facture. Les uns consistent en de véritables gravures au trait, creusées plus ou moins profondément; les seconds sont des gravures qui diffèrent des précédentes en ce que certains traits passés à l'ocre revêtent une teinte rouge brun plus ou moins foncée; enfin un troisième genre de dessins est une sorte de striage de la roche; de là, pour certains d'entre eux, l'impossibilité d'en prendre soit le moulage, soit même un simple estampage. Les traits de l'une de ces gravures du troisième ordre ont été coloriés aussi en brun.

» Toutes les gravures de La Mouthe, une seule exceptée (du moins jusqu'à présent), représentent des animaux : les uns remarquablement exécutés dans leur entier et très nettement reconnaissables; d'autres très bien dessinés aussi, mais en partie seulement, faciles encore cependant à dénommer; d'autres, enfin, plus ou moins frustes, et pour la détermination desquels on ne doit se prononcer qu'avec réserve.

» Certains dessins reproduisent des animaux entiers, tel un Bison, dont la gravure est fort remarquable; il est gravé de profil à 102^m de l'entrée et sur la paroi gauche de la grotte, en un point où se remarque toute une série d'animaux, tous ou à peu près tous des Bovidés : il mesure $0^m,91$ de longueur; tel aussi un animal de grandes dimensions, Équidé ou Bovidé, peut-être une Antilope ($1^m,88$ de longueur), dont la gravure est la première que l'on rencontre à La Mouthe, également sur la paroi gauche, à 95^m-96^m de l'entrée; tel encore certain animal aux flancs tachetés de brun foncé à l'ocre, et aux articulations des membres postérieurs ainsi qu'aux sabots recouverts également d'une teinte ocreuse d'un brun foncé; tels, enfin,

un Bouquetin, deux autres Équidés et un Renne, très bien gravés aussi.

» D'autres animaux sont ou paraissent moins complets, soit parce que tous les traits ne sont pas suffisamment visibles, soit parce que corps et membres sont tellement enchevêtrés qu'on les différencie difficilement.

» Du reste, occupé surtout à faire vider d'abord la grotte, dont le remplissage peut être évalué à plusieurs milliers de mètres cubes, et à étudier les milliers de dents et os d'animaux, coquillages marins et terrestres, silex taillés, instruments en os et os gravés de ses foyers, je suis encore loin d'avoir achevé la différenciation des dessins de La Mouthe.

» Enfin, certaines gravures ne reproduisent que des têtes, des croupes ou des membres.

» Bref, les animaux représentés et mis jusqu'à présent à découvert sont des Bovidés, le Bison, le Bouquetin, peut-être l'Antilope (?), le Renne, un animal tacheté, des Équidés, dont probablement l'Hémione, enfin, peut-être aussi le Mammouth et un Oiseau, une sorte d'Anas.

» Toutes les gravures de La Mouthe, dont quelques-unes sont, en partie, recouvertes aussi par un dépôt stalagmitique, remontent bien à la fin des temps quaternaires et sont dues à des artistes de l'époque magdalénienne, dont les belles gravures sur os ou sur bois de Renne sont connues depuis longtemps et présentent une grande analogie avec elles.

» J'ai d'ailleurs trouvé, il y a deux ans, à La Mouthe, en plein foyer magdalénien, une lampe préhistorique creusée dans un galet de grès rouge. En dehors de son importance au point de vue de l'éclairage de la grotte, elle offre cette particularité qui en fait jusqu'à ce jour une pièce unique, qu'elle présente, gravée sur sa face externe et d'une façon remarquable, une tête de Bouquetin aux longues cornes renversées en arrière, véritable reproduction du Bouquetin gravé sur la paroi droite de la grotte, à 113^{m} de l'entrée, entre le Renne, le Mammouth et quelques autres animaux dont l'ensemble forme un panneau intéressant. Son origine magdalénienne et son dessin permettent de dater certainement les gravures de la grotte dont elle est contemporaine.

» Enfin, je dois citer encore un dessin strié, dont les traits superficiels, très rapprochés, sont aussi recouverts de la teinte ocreuse brun foncé déjà signalée. Il semble représenter une hutte vue de trois quarts.

» Tels sont les résultats des recherches relatives aux gravures magdaléniennes de la grotte de La Mouthe, que j'ai entreprises sous les auspices de l'Académie, dès le 11 juin 1895, et poursuivies depuis lors, jusqu'à ce jour, en de multiples campagnes. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une traduction française de l'Ouvrage de M. *V. Uchermann*, de l'Université de Christiania, portant pour titre : « Les sourds-muets en Norvège »; 1re Partie, texte; 2e Partie, annexe. (Transmis par le Ministre des Affaires étrangères.)

2° Un Volume intitulé : « Lehrbuch der Mechanik, in elementar Darstellung mit Anwendungen und Uebungen aus den Gebieten der Physik und Technik; Erster Teil : Mechanik fester Körper, von Dr *Alex. Wernicke* ».

M. N. **Gréhant** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, actuellement vacante.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires de second ordre à coefficients algébriques*. Note de M. **Paul-J. Suchar**, présentée par M. Appell.

« Je me propose, dans cette Note, d'exposer succinctement les principaux résultats d'un travail sur les équations différentielles de second ordre à coefficients algébriques, dites *de première espèce* (1), qui paraîtra prochainement.

» Soit

$$s = \sqrt{(z-a_1)(z-a_2)\dots(z-a_{2p+2})} \tag{1}$$

une relation algébrique donnée, p étant le genre de la surface de Riemann correspondante. Considérons l'équation de second ordre et de première espèce

$$\frac{d^2y}{dz^2} = p_1\frac{dy}{dz} + p_2 y, \tag{2}$$

---

(1) Appell, *Sur les fonctions à multiplicateurs constants* (*Acta mathematica*, t. XIII).

où p_1 et p_2 sont des fonctions rationnelles en z et s. Désignons par y_1 et y_2 deux intégrales de l'équation (2), partout finies, formant un système fondamental.

» Posons

$$D = y_1 y'_2 - y_2 y'_1, \tag{3}$$

où y'_1 et y'_2 sont les dérivées par rapport à z de y_1 et y_2.

» Nous aurons, d'après une proposition de Liouville,

$$D = C e^{\int p_1 dz};$$

on trouve que le déterminant D est une fonction à multiplicateurs de M. Appell. Nous distinguerons trois types d'équations de première espèce, et nous dirons qu'une équation de la forme (2) est *simplement de première espèce* si le déterminant D est une fonction quelconque à multiplicateurs; elle sera *de forme spéciale* si D est une fonction spéciale à multiplicateurs; enfin elle sera *de forme spéciale et réduite* si D est la dérivée par rapport à z d'une intégrale abélienne de première espèce.

» Nous aurons pour p_1 les trois formes suivantes :

$$p_1 = \frac{d}{dz}\log u'(z) + \frac{d}{dz}\Pi_{\alpha_i\beta_i} - 2u'_1(z), \qquad p_1 = \frac{d}{dz}\log u'(z) - 2u'_1(z)$$

et

$$p_1 = \frac{d}{dz}\log u'(z);$$

dans ces formules, $u'(z)$ et $u'_1(z)$ sont les dérivées de deux intégrales abéliennes de première espèce, la première a pour zéros les points

$$\alpha_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2p-2),$$

$\Pi_{\alpha_i\beta_i}$ est une intégrale normale et abélienne de troisième espèce ayant les points α_i, β_i pour points critiques logarithmiques.

» Nous remarquons que, dans le cas d'une équation de forme spéciale et réduite, p_1 est une fonction rationnelle en z seulement.

» Enfin, la forme générale du second coefficient sera

$$p_2 = u'(z)\frac{d}{dz}\sum_i M_i\Pi_{\alpha_i\beta_i} + u'(z)\sum_k \frac{r_1[r_1-(\lambda_k+1)]}{u'(\beta_k)} Z'_{\beta_k} + Cu'_2(z)\,u'_3(z);$$

dans cette dernière formule, $u'_2(z)$ et $u'_3(z)$ sont encore les dérivées des intégrales abéliennes de première espèce, Z'_{β_k} est la dérivée par rapport à z

d'une intégrale normale et abélienne de seconde espèce ayant pour pôle le point β_k et le résidu correspondant étant égal à -1, λ_k est le résidu correspondant au point β_k dans le développement de p_1, r_1 est une racine de l'équation fondamentale déterminante de M. Fuchs, enfin M_i et C sont des constantes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'état variable des courants*. Note de M. A. PETOT.

« Quand on veut étudier théoriquement la manœuvre du combinateur dans les automobiles électriques, on est d'abord arrêté par ce fait, que l'on ne connaît pas les lois d'après lesquelles certaines résistances passent de zéro à l'∞, ou inversement. J'ai été ainsi conduit à chercher s'il n'existait pas, dans les problèmes sur l'état variable des courants, des résultats que l'on pût énoncer, sans connaître les lois de variation des diverses résistances.

» Supposons, par exemple, que l'on veuille introduire un rhéostat H dans un circuit P, parcouru par un courant sous l'action d'une force électromotrice constante E. Les extrémités du rhéostat aboutissent à deux bornes A et B, placées sur le circuit P, et séparées par une résistance négligeable. Il suffit alors, pour le mettre en circuit, d'interposer entre A et B une résistance supplémentaire ρ, variant de zéro à l'∞.

» Soient R et L la résistance et le coefficient de self-induction du circuit P; r et l les mêmes éléments pour le rhéostat; x, y et z les intensités des courants à l'instant t, dans P, ρ et H. On doit ici distinguer une première période pendant laquelle ρ varie de zéro à l'∞, et une seconde pendant laquelle les courants tendent vers leur régime normal.

» A la fin de la première, y s'annule tandis que x et z prennent une certaine valeur I_1. Pendant la seconde, si les coefficients de self-induction restent constants, on sait que l'on a

$$(1)\qquad x = z = \frac{E}{R+r} + \left(I_1 - \frac{E}{R+r}\right)e^{-\frac{t(R+r)}{L+l}},$$

mais il reste à déterminer I_1, et cela exige en général que l'on connaisse la loi des variations de la résistance ρ. Voici, conformément à ce que j'ai annoncé plus haut, deux cas où l'on peut déterminer I_1, sans connaître cette loi :

» 1° Quand la résistance ρ passe de zéro à l'∞ dans un temps très

court t_1, il vient

(2) $$I_1 = \frac{E}{R}\frac{L}{L+l} + \varepsilon,$$

où ε tend vers zéro en même temps que t_1.

» Si ce temps t_1 est très petit par rapport aux deux constantes de temps τ et τ' des deux circuits P et H, on peut dans la pratique négliger ε. L'intensité à la fin de la première période est ainsi inférieure, égale ou supérieure à l'intensité normale $\frac{E}{R+r}$, suivant que la constante de temps du circuit principal P est inférieure, égale ou supérieure à la constante de temps du rhéostat H.

» On a, en outre, pour l'énergie potentielle dissipée dans la résistance ρ, sous forme d'énergie thermique,

(3) $$W = \frac{l}{2}\frac{E^2}{R^2}\frac{L}{L+l}.$$

» D'ordinaire, dans ces mêmes conditions, on admet que l'intensité I_1 reste sensiblement égale à $\frac{E}{R}$; la formule (2) montre que c'est là une erreur, car le coefficient $\frac{L}{L+l}$ peut être très différent de l'unité.

» 2° Quand les deux constantes de temps τ et τ' sont égales, les équations du problème admettent une combinaison intégrable, qui donne

(4) $$Rx + rz = E.$$

» Comme on a en outre

(5) $$x = y + z,$$

il vient

(6) $$x = \frac{E+ry}{R+r}, \qquad z = \frac{E-ry}{R+r};$$

et l'on voit que le courant prend sa valeur de régime dans les circuits P et H, aussitôt qu'il est interrompu dans la résistance ρ; cela, quelle que soit la loi des variations de cette résistance, sans aucune hypothèse restrictive sur leur durée. Si l'on se donne en outre cette dernière loi, on obtient pour déterminer y en fonction du temps une équation linéaire et du premier ordre; le problème est ainsi ramené à deux quadratures.

» On obtient des résultats analogues aux précédents, lorsque le circuit

dérivé H est le primaire d'une bobine d'induction; je vais les indiquer brièvement. Soient, en conservant les notations précédentes, r_1, l_1 et τ_1 les éléments du circuit secondaire H_1; u l'intensité du courant dans ce circuit à l'instant t; u_1 cette intensité à la fin de la première période; M le coefficient d'induction mutuelle de H et H_1, et λ un troisième coefficient d'induction, défini par la relation

$$(7) \qquad ll_1 - M^2 = l_1\lambda.$$

» Quand la résistance ρ passe brusquement de zéro à ∞, on a les formules

$$(8) \qquad I_1 = \frac{E}{R}\frac{L}{L+\lambda}, \qquad u_1 = -\frac{M}{l_1}I_1,$$

$$(9) \qquad W = \frac{\lambda}{2}\frac{E^2}{R^2}\frac{L}{L+\lambda},$$

qui sont d'autant plus exactes que le temps t_1 est plus court.

» Dans le cas particulier où l'on a

$$(10) \qquad M^2 = rr_1(\tau - \tau')(\tau - \tau_1),$$

les équations du problème admettent une combinaison intégrable, qui donne la relation

$$(11) \qquad Rx + rz + u\sqrt{\frac{rr_1(\tau - \tau')}{\tau - \tau'}} = E,$$

et l'on en déduit des conséquences analogues à celles qui ont été développées plus haut.

» Les résultats précédents appartiennent à deux formes : les uns supposent que le temps t_1 est très court; les autres, qu'il existe certaines relations déterminées entre les éléments des divers circuits. Je les ai indiqués sur des exemples particuliers, mais on les rencontre toutes les fois que l'état variable d'un système de courants est dû à ce que certaines résistances passent de zéro à ∞.

» Les problèmes inverses s'étudient de la même manière, mais les résultats que l'on obtient peuvent être tout différents. Par exemple, dans le cas du rhéostat, quand la mise hors circuit est très brusque, les intensités x et z ont encore sensiblement leur valeur initiale $\frac{E}{R+r}$ à la fin de la première période.

» Parmi les problèmes d'ordre pratique que les considérations précé-

dentes m'ont permis d'étudier, j'indiquerai en particulier celui de la commutation dans les dynamos à courants continus. »

THERMOCHIMIE. — *Calcul de la chaleur de volatilisation et de la chaleur de fusion de quelques éléments.* Note de M. DE FORCRAND.

« De même que la relation générale

$$\frac{L+S}{T} = \frac{(l+s)M}{T} = 30$$

donne immédiatement le poids moléculaire M lorsqu'on connaît l, s et T, ainsi que je l'ai montré précédemment (¹), elle permet aussi de calculer la valeur de $(L+S)$ lorsqu'on a celles de T et de M. Cette remarque peut être intéressante dans certains cas, notamment dans celui du phosphore.

» En effet, on ne possède aucune détermination de L pour ce métalloïde, ce qui empêche de faire une comparaison rigoureuse entre les données thermiques correspondantes du phosphore et de l'azote par exemple, celui-ci étant gazeux et celui-là solide ou liquide.

» La chaleur de fusion S du phosphore est bien exactement connue. Elle est de 624^{cal} pour P^4, c'est-à-dire pour 124^{gr} de phosphore, soit 5^{cal} pour 1^{gr}.

» Quant au poids moléculaire M, on peut admettre 124, soit P^4 au point d'ébullition. C'est en effet ce nombre que donnent la cryoscopie dans la benzine, l'ébullioscopie dans le sulfure de carbone, et aussi la détermination directe de la densité de vapeur un peu au-dessus du point d'ébullition. Le phosphore conserve donc cet état moléculaire $P^4 = 124$ de $+50°$ à $+300°$ environ, quel que soit son état physique.

» Il bout à 287° C., soit 560° absolus.

» On aura donc

$$\frac{(l+5)124}{560} = 30,$$

d'où $l = 130^{cal},4$ pour 1^{gr}, et $L = 16176^{cal}$ pour P^4 ou 124^{gr}.

» Pour P ou 31^{gr} de phosphore, on aurait

$$L' = 4044^{cal} \qquad \text{et} \qquad L' + S' = 4044 + 156 = 4200^{cal}.$$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 368.

» Dès lors, il nous est facile de rapporter les données thermiques du phosphore à l'état gazeux de ce métalloïde. Il suffira d'ajouter aux nombres donnés par le phosphore blanc 4200^{cal} pour chaque atome.

» Ainsi

$$P(\text{solide, blanc}) + H^3 = PH^3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +4900^{cal}$$

et, par suite,

$$P\text{ gaz} + H^3\text{ gaz} = PH^3\text{ gaz} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +9100^{cal},$$

nombre qui devient assez voisin de la chaleur de formation de l'ammoniac,

$$Az\text{ gaz} + H^3\text{ gaz} = AzH^3\text{ gaz} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +12200^{cal}$$

bien que toujours un peu plus faible.

» La chaleur de formation de P^2O^5, à partir de P^2 gaz, atteindrait la valeur énorme de

$$363800 + 8400 = 372200^{cal}.$$

Il est vrai que, pour être tout à fait rigoureux, il faudrait encore tenir compte de la différence de condensation moléculaire du phosphore et de l'azote, P^4 et Az^2, ce qui aurait probablement pour résultat d'augmenter encore la valeur du nombre 4200^{cal} et de rapprocher davantage PH^3 et AzH^3. Cependant la correction présente est certainement la plus importante.

» On pourra évidemment, mais avec moins de certitude, étendre ce raisonnement à d'autres corps simples ou composés.

» Ainsi l'arsenic bout à $+412°$, soit $685°$ absolus. Son poids moléculaire paraît être 300, soit As^4 à cette température. On aura donc

$$\frac{(l+s)300}{685} = 30;$$

d'où

$$l + s = \overset{cal}{68,5} \text{ pour } 1^{gr},$$

$$L + S = 20550 \text{ pour } As^4,$$

$$L' + S' = 5138 \text{ pour } 75^{gr} \text{ ou } As.$$

Dès lors, la chaleur de formation de l'hydrogène arsénié devient

$$As\text{ gaz.} + H^3\text{ gaz.} = AsH^3\text{ gaz} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -39060^{cal}$$

Mais il faut noter qu'ici nous ne connaissons à peu près le poids moléculaire de l'arsenic qu'au point d'ébullition, et nous ne savons pas si, dans

l'intervalle compris entre la température ordinaire et + 412°C., l'arsenic ne présente pas de modifications dans son état moléculaire, qui seraient accompagnées de manifestations thermiques notables (arsenic amorphe ou autre). On devrait évidemment ajouter au terme correctif 5138^{cal} la somme de ces quantités prises avec leurs signes respectifs. Pour le phosphore, au contraire, nous savions que l'état moléculaire correspondait à P^4 depuis la température ordinaire ou à peu près jusqu'au delà du point d'ébullition.

» En faisant les mêmes réserves, et plus expressément encore, on peut examiner le cas du sélénium et du carbone. Le sélénium bout à 700°, soit 973° absolus. Si l'on *suppose*, à cette température, son poids moléculaire égal à 160 (Se^2), on aura : $L + S = 29190^{cal}$ pour Se^2, soit $L' + S' = 14595^{cal}$ pour $Se = 80^{gr}$. La chaleur de formation de l'hydrogène sélénié devient alors

$$\text{Se gaz} + H^2 \text{ gaz} = \text{Se}H^2 \text{ gaz} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -4805^{cal}$$

et si, dans l'intervalle de 700° qui nous sépare du point d'ébullition, cet élément éprouve des modifications moléculaires, la chaleur de formation de SeH^2 gazeux peut demeurer nulle ou même positive, comme le fait d'ailleurs supposer une synthèse directe.

» Pour le carbone, le calcul est encore beaucoup plus incertain. Cependant, en supposant le point d'ébullition égal à 3000° et le poids moléculaire 24(C^2), on trouverait $L + S = 90000^{cal}$, en négligeant toujours les changements allotropiques intermédiaires. La chaleur de formation de l'acétylène à partir de C^2 gazeux deviendrait donc positive. Il est remarquable que ce nombre concorde assez bien avec celui qu'a proposé M. Berthelot, au moyen d'un raisonnement tout différent, comme valeur minima de (L + S), soit 84000^{cal}.

» Je me propose de montrer prochainement comment on peut généraliser ce mode de calcul et la signification générale qu'il doit prendre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nitromannite et nitrocellulose.* Note de MM. **Léo Vignon** et **F. Gerin**.

« L'un de nous a montré [1] que la cellulose, soumise à divers degrés de nitration, donnait toujours des dérivés nitrés réduisant énergiquement la liqueur cupropotassique. Il nous a paru intéressant d'étudier à ce point

[1] *Comptes rendus*, 6 juin 1898 et 10 septembre 1900.

de vue les dérivés nitrés de la mannite et de rechercher si les éthers nitriques de cet alcool, de constitution relativement simple, sont susceptibles d'acquérir des propriétés réductrices par le fait de la nitration.

» *Nitration de la mannite : Hexanitromannite.* — Nous avons pris :

Mannite pure, fondant à 164°-165°	10^{gr}
Acide nitrique fumant, D = 51°-52° Bé	50
Acide sulfurique, D = 66° Bé	100

» La mannite pulvérisée a été dissoute dans l'acide nitrique refroidi à — 5°; le mélange étant maintenu refroidi vers 0°, on a ajouté l'acide sulfurique peu à peu; la nitromannite se précipite; après une heure de contact on lave, on filtre et l'on sèche. Le produit, cristallisé dans l'alcool, fond à 105°-106°; il est constitué par de la mannite hexanitrée (20^{gr},8 pour 10^{gr} de mannite). Le dosage de l'azote par la méthode de Schlœsing a donné 18,67 pour 100 :

Calculé pour $(CH^2AzO^3)^2(CHAzO^3)^4$........... 18,5 pour 100

» *Pentanitromannite.* — Nous avons obtenu ce corps en traitant par un courant de gaz ammoniac sec une solution éthérée d'hexanitromannite (Tichanowitch); nous avons obtenu, après purification, en un produit blanc, cristallisé en aiguilles et fondant à 77°-79°, 60 pour 100 du poids de l'hexanitromannite.

» *Propriétés réductrices.* — L'hexanitro et la pentanitromannite réduisent fortement la liqueur cupropotassique; par contre, elles sont sans action sur la liqueur de Schiff (fuchsine décolorée par l'acide sulfureux).

» La mannite se comporte donc comme la cellulose au point de vue du pouvoir réducteur qui est créé par le fait de la nitration, mais la nitrocellulose et la nitromannite diffèrent par leur action sur la liqueur de Schiff.

» Ces réactions sont particulièrement importantes, puisqu'elles sont utilisées pour la détermination et la différenciation des fonctions cétoniques et aldéhydiques des hydrates de carbone.

» Aussi avons-nous cherché à les préciser et à comparer à ce point de vue certaines substances, mannite, mannite nitrée, cellulose, cellulose nitrée. Nous avons employé le réactif de Schiff préparé suivant les indications de Villiers et Fayolle (*Bulletin de la Société chimique*, 2e série, t. XI, p. 691). Les colorations ont été notées après cinq jours de contact, en tubes bouchés, d'un excès de chacun des produits expérimentés, avec 25^{cc} de réactif, et nous avons expérimenté sur les mêmes substances l'action de la liqueur cupropotassique. Voici les résultats :

	Liqueur	
Substances.	Fuchsine-ac. sulfureux.	cupropotassique.
Mannite	rien	rien
Hexanitromannite	rien	réduction
Pentanitromannite	rien	réduction
Cellulose	rien	rien
Oxycellulose	rouge	réduction
Nitrocellulose	rouge	réduction

» On voit que les nitromannites sont réductrices mais non aldéhydiques, tandis que les nitrocelluloses sont à la fois réductrices et aldéhydiques.

» *Comparaison du pouvoir réducteur de l'hexanitromannite avec celui du glucose.* — Le pouvoir réducteur a été mesuré par pesée du cuivre précipité; on a trouvé, pour cinq minutes d'ébullition :

		Glucose à 4 pour 1000.	Nitromannite à 4 pour 1000.
CuO obtenu par calcination de Cu^2O précipité.	10cc......	0,04	0,10
	20......	0,10	0,21
	50......	0,22	0,48

» Le pouvoir réducteur de la nitromannite est donc très considérable.

» *Réduction de la nitromannite et de la nitrocellulose.* — En traitant la nitrocellulose par le chlorure ferreux, on obtient de l'*oxycellulose* réductrice.

» La réduction de l'hexa et de la pentanitromannite donne de la *mannite* dénuée de tout pouvoir réducteur.

» Le produit obtenu fond, en effet, à 167° (mannite 165°, mannose 132°).

» *Conclusions.* — *a.* La penta et l'hexanitromannite réduisent énergiquement la liqueur cupropotassique.

» *b.* Cette propriété, dans son intensité principale, n'est pas attribuable à la formation de mannose.

» *c.* La nitromannite, traitée par le chlorure ferreux, donne de la mannite non réductrice. A ce point de vue, elle ne se comporte pas comme les nitrocelluloses. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *La formation d'un dérivé isatinique de l'albumine.* Note de M. **Julius Gnezda**. (Extrait.)

« Dans une Note précédente (1) j'ai signalé la formation des corps indoliques au moyen de l'albumine traitée par les acides. Comme l'albumine avec l'acide hypochloreux dégage de l'azote et comme une partie de l'azote reste toujours (Calvert, 1869), il était à présumer que, en traitant l'albumine par l'acide hypochloreux, il resterait un corps indolique [en partant, d'une part, de la préexistence d'un groupement chinolinique (2) dans la molécule d'albumine, ou bien de la préexistence d'un groupement indolique même, et, d'autre part, en s'appuyant sur la constatation que les corps indoliques ne perdent pas leur azote par l'acide hypochloreux].

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1586.

(2) La chinoline plus HClO fournit le carbostyrile, lequel rend aisément de l'indol.

L'acide hypochloreux étant un acide faible, les résultats de son action sur l'albumine paraissaient mieux s'appliquer aux conclusions sur la constitution de l'albumine.

» On a employé le procédé suivant : A un demi-kilogramme de peptone du commerce, sèche et pure, on a ajouté un litre et demi d'acide hypochloreux libre avec de l'eau; la solution contenait ainsi du chlore. Cette solution a été mise en ébullition pendant une heure, dans le bain-marie, jusqu'à ce qu'elle prît une couleur rouge; on a laissé le produit se refroidir, puis on y a introduit de la poudre de zinc et de l'acide chlorhydrique; l'hydrogène développé a fait disparaître la couleur rouge, et il s'est formé une substance un peu volatile, d'odeur fétide. Au bout de trois jours, on a soumis le liquide filtré à une distillation à la vapeur de l'eau; on a ainsi obtenu de l'eau, de l'acide chlorhydrique libre et un corps insoluble dans l'eau; il a été traité par l'éther; on a séparé la partie dissoute et l'éther a été chassé; le résidu a été dissous de nouveau dans l'éther et, après avoir déterminé le titre de l'acide chlorhydrique, on a ajouté à la masse principale la quantité de lessive de soude nécessaire pour la neutraliser. On a séparé dans un entonnoir et l'on a chassé l'éther. On a ainsi obtenu un produit bien cristallin et à peu près blanc, qu'on a séché sur l'acide sulfurique.

» Au bout d'un mois il s'était formé de l'eau, le produit restant toujours sous l'appareil desséchant, et la masse, d'abord à peu près blanche, était devenue brunâtre. Cependant, après une nouvelle cristallisation, la masse s'est desséchée et l'on a obtenu un corps brunâtre, en petites aiguilles mal formées, ayant son point de fusion vers 140°, presque insoluble dans l'eau froide, très soluble dans l'alcool et l'éther, à réaction neutre.

» Après nitration, l'analyse qualitative a constaté la présence de chlore; deux combustions totales n'ont pu fournir aucune formule définitive. La quantité de matière était insuffisante pour une détermination du poids moléculaire. La substance ne donnait aucune réaction des corps indoliques.

» Le rendement de ce nouveau corps est de $0^{gr},5$ pour 1^{kg} de peptone.

» ... Je crois pouvoir supposer que le nouveau corps est une chlorisatine, d'après les réactions suivantes : avec la lessive de potasse, il fournit une magnifique coloration rouge violet; quand on y ajoute du nitrate d'argent et de l'ammoniaque, il donne encore une poudre rouge: réactions caractéristiques de la chlorisatine. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur la reproduction et le développement du* Peripatopsis Blainvillei. Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. Edmond Perrier.

« L'espèce chilienne qui fait l'objet de cette Note compte parmi les plus intéressantes et les plus suggestives de la classe des Onychophores.

L'examen de ses caractères externes m'a permis de montrer récemment qu'on ne saurait la placer dans le genre *Peripatus* qui comprend tous les autres Onychophores américains, qu'elle n'appartient pas davantage au genre australien *Peripatoides*, qu'elle n'est pourtant pas sans affinités avec ces deux genres, mais qu'elle offre tous les traits essentiels des *Peripatopis* et doit se ranger dans le même genre que ces formes de l'Afrique australe.

» En étudiant son appareil reproducteur et son développement, j'ai pu, comme on va le voir, justifier les conclusions précédentes et jeter un nouveau jour sur l'histoire naturelle du curieux groupe auquel elle appartient.

» L'*appareil reproducteur du mâle* ressemble à celui des *Peripatopsis*, mais il en diffère par l'absence complète de glandes crurales, par la forme des canaux déférents qui s'enroulent en double hélice sur une partie de leur trajet, enfin et surtout par la présence de plusieurs spermatophores assez volumineux. J'ai trouvé ces derniers, au nombre de quatre, dans le canal déférent; ils sont cylindriques, atténués en pointe et dépourvus de cavité centrale; beaucoup plus grands et infiniment moins nombreux que les très petits spermatophores des *Peripatopsis*, ils sont bien plus réduits et plus simples que le gigantesque spermatophore qui remplit, à lui seul, le canal déférent des *Peripatus* et des *Peripatoides*. Pourtant, leur enveloppe est assez complexe, mais les sphérules qu'on y trouve sont très inégales et noyées dans une substance homogène, tandis qu'elles sont égales et isolées en une couche particulière chez les *Peripatus*. A ces divers points de vue, par conséquent, notre espèce établit la transition entre les *Peripatus* et les *Peripatopsis*.

» L'*appareil génital femelle* est également semblable à celui des *Peripatopsis*, mais il présente un rudiment de réceptacle séminal qui se réduit à une évagination presque microscopique des oviductes. Ce rudiment ne rappelle que de très loin le réceptacle volumineux et compliqué des *Peripatus* et des *Peripatoides*, voire celui beaucoup plus simple des *Opisthopatus* : il est probablement sans fonction, mais indique néanmoins des affinités avec ces trois derniers genres.

» Les *ovaires* présentent une aire germinative distincte comme ceux des *Peripatopsis* et des *Peripatoides*, mais ils ressemblent à ceux des *Peripatus* américains en ce que leurs œufs restent inclus dans le tissu germinatif sans faire saillie, comme des grains, à la surface de ce dernier. C'est un nouveau caractère de transition qui vient s'ajouter aux précédents.

» Les *œufs utérins* les plus jeunes sont légèrement plus grands que ceux

des *Peripatus* américains, beaucoup plus petits que ceux des *Peripatopsis* africains et infiniment plus que les œufs gorgés de jaune des *Peripatoides* et des *Peripatus* indo-malais. Les caractères mixtes de l'espèce réapparaissent ici encore.

» Les *embryons* issus de ces œufs puisent directement leur nourriture dans la cavité utérine ; ils sont dépourvus du placenta qui caractérise les *Peripatus* américains et de l'énorme vésicule nuquale que M. Willey a observée dans les *Paraperipatus* et que j'ai retrouvée dans le *Peripatopsis Sedgwicki*. De sorte que l'on connaît jusqu'ici trois modes de développement dans le seul genre *Peripatopsis :* 1° avec un œuf très petit et sans annexe embryonnaire (*P. Blainvillei*); 2° avec un œuf assez volumineux et sans vésicule nuquale (*P. Sedgwicki*); 3° avec un œuf assez volumineux et sans annexe embryonnaire (tous les autres *Peripatopsis*).

» Les embryons de *P. Blainvillei* sont réunis, par groupes de deux ou trois, dans les deux branches de l'oviducte, *au même stade dans chaque groupe et à des stades différents dans les groupes successifs*. Or on sait que les embryons des *Peripatus*, des *Paraperipatus* et des *Peripatoides* sont tous à des stades différents, tandis que ceux des *Peripatopsis* de l'Afrique australe sont tous au même stade. A ce point de vue encore, l'espèce du Chili se présente à nous comme une forme à évolution moyenne; il en est à peu près de même, comme j'ai pu m'en convaincre, dans le *P. Sedgwicki*.

» On peut conclure de ce qui précède : 1° que le *Peripatopsis Blainvillei* rappelle les *Peripatus* américains par plusieurs caractères importants, qu'il s'éloigne davantage des *Peripatus* indo-malais étudiés par M. Evans et qu'il doit être considéré comme une des formes qui rattachent les Onychophores andicoles à ceux de l'Afrique australe; 2° que les caractères embryogéniques sont très variables dans le groupe des Onychophores et qu'ils se prêtent mal à l'établissement de coupes génériques; 3° que la présence d'annexes embryonnaires n'est pas, comme le pensent plusieurs zoologistes, le résultat d'une évolution qui consisterait dans la réduction progressive du volume de l'œuf, et qu'on ne peut, dès lors, la considérer que comme un caractère primitif du groupe.

» Cette dernière conclusion me paraît, de beaucoup, la plus intéressante. Les annexes embryonnaires se présentent, sous leur forme la plus parfaite (le placenta), chez tous les *Peripatus* américains, et comme ces derniers se distinguent d'ailleurs par d'autres caractères primitifs importants, il y a toutes raisons de voir en eux les formes les plus archaïques de la classe; étant données les dimensions microscopiques de leurs œufs, on

doit les rattacher aux Annélides polychètes. En s'adaptant à la vie terrestre pour se transformer en Péripates, les ancêtres annélidiens du groupe sont forcément devenus vivipares et, pendant la période embryonnaire, ont dû puiser leur nourriture dans la matrice au moyen d'annexes larvaires (Willey, Kennel) transformés en placenta. Depuis, l'évolution des Onychophores semble avoir eu pour objectif le rétablissement de l'oviparité, telle qu'on l'observe chez les autres Arthropodes terrestres; à mesure qu'on s'éloigne des formes primitives, les œufs augmentent de volume en même temps que s'atrophient (*P. Blainvillei*) ou se détachent pour s'atrophier (*Peripatopsis* africains) les annexes embryonnaires; puis le vitellus ovulaire devient énorme (*Peripatoides* vivipares, *Peripatus* indo-malais) et l'on arrive finalement aux *Peripatoides* ovipares que M. Dendy a découverts en Australie et en Nouvelle-Zélande (*P. oviparus*, *P. viridi-maculatus*). Il y a lieu de penser, d'ailleurs, que les migrations et les changements de milieu qui en résultent n'ont pas été sans influence sur la marche de cette évolution, car les formes archaïques du groupe sont toutes localisées dans l'Amérique tropicale, tandis que, partout ailleurs, les Onychophores sont représentés par des espèces où se manifeste, à des degrés divers, la tendance à l'oviparité. »

ZOOLOGIE. — *De la stolonisation chez les Hydroïdes*. Note de M. **Armand Billard**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Je désigne sous le nom de *stolonisation* la faculté que possèdent certaines espèces d'Hydroïdes de transformer leurs hydroclades ou certains rameaux en stolons sur lesquels peuvent se développer de nouvelles colonies. Le sens dans lequel j'emploie ce mot est différent de celui qui lui est attribué par Giard ([1]). Cet auteur entend par *stolonisation* la faculté de certaines espèces de prolonger leurs stolons en longs filaments en dehors du substratum, sous l'influence de l'eau courante. (Ces stolons sont d'ailleurs capables de bourgeonner de nouvelles colonies lorsqu'ils viennent à se fixer.) Giard donne aussi à ce dernier phénomène le nom de *rhizomanie*, qu'on pourrait lui attribuer exclusivement en réservant le nom de *stolonisation* au phénomène qui fait l'objet de cette Note.

([1]) A. Giard, *Sur l'éthologie de* Campanularia caliculata : *Stolonisation et Allogonie* (*C. R. Soc. Biol.*, t. V; Paris, 1898).

» Cette formation naturelle de stolons a été signalée, sous le nom d'*hétéromorphose*, par Lœb (¹) et par Driesch (²) chez une *Gonathyrœa*, une *Obelia* et une *Plumularia*, par Lendenfeld (³) chez une *Campanularia* et une *Gonathyrœa*. Hutting (⁴) l'a décrite sous le nom de *stoloniferous reproduction* chez la *Plumularia pinnata* et une forme voisine de l'*Aglaophenia pluma*. Il attribue à ce phénomène un rôle actif dans la propagation de ces espèces; c'est sous le même point de vue que je l'envisage, et je l'ai rencontré chez de nombreuses espèces d'hydroïdes.

» Chez la *Bougainvillia ramosa* Van Beneden, on trouve fréquemment des rameaux filiformes nés à la base des hydromérides. J'ai observé que ces filaments sont capables de se fixer à la surface d'une lame de verre, de s'étendre comme un stolon en se ramifiant et de développer de petits hydromérides portés sur de courtes tiges. Je n'ai jamais observé la ramification de ces petites tiges sur lesquelles il ne se formait qu'un hydroméride, mais il est très possible que dans la nature, dans des conditions de vie favorables, il se développe par ce moyen de nouvelles colonies. L'allongement des stolons est très rapide, de même que la formation des hydromérides.

» Chez les autres espèces montrant la stolonisation, ce sont les hydroclades eux-mêmes qui se transforment en stolons; le fait est très frappant chez diverses espèces de genre *Obelia* et, en particulier, chez une espèce nouvelle que je propose d'appeler *Obelia rhunicola*, à cause de son abondance sur le Rhun, à Saint-Vaast-la-Hougue. Elle ressemble par son port à l'*Obelia flabellata*, tout en étant moins forte et moins grande; elle se présente aussi en bouquets plus touffus; mais, ce qui l'en distingue, c'est que son gamozoïde possède seize tentacules comme chez l'*O. dichotoma*. Elle s'éloigne de cette dernière par sa taille plus grande et par son port. Chez cette espèce, beaucoup d'hydroclades, surtout chez les colonies jeunes, offrent un prolongement qui ne porte pas d'hydromérides. Ce prolongement se fixe avec la plus grande facilité sur des lames de verre et s'accroît de $0^{cm},5$ à 1^{cm} par jour. Il bourgeonne à des intervalles réguliers d'environ 3^{mm} de jeunes colonies qui se dressent perpendiculairement au support. A leur point d'origine ou dans son voisinage naît un stolon fille perpendiculaire au stolon mère et qui se comporte comme lui. Pendant ce processus, les hydromérides de la colonie mère se rétractent, sauf au sommet en voie de croissance. Cette stolonisation est très active; au bout de deux ou trois jours, on voit la plupart des hydroclades se prolonger en stolons qui s'accroissent rapidement; la production de jeunes colonies est donc très intense. Dans la nature, les conditions d'habitat sont tout à fait favorables à ce développement. Cette espèce vit en effet dans la zone élevée des

---

(¹) Jacques Lœb, *Unters. phys. Morph. der Thiere*. Würzburg; 1891.

(²) Hans Driesch, *Kritis. erört. Beitr. zur theor. Morph.* (*Biolog. Centr.*, XII Bd; 1892).

(³) Lendenfeld, *Zool. Anzeiger*, Bd 6; 1883.

(⁴) Ch.-Cl. Hutting, *American Hydroids;* Part I: *The Plumularidæ* (*Smithsonian Inst. U. S. Nation. Mus. Special Bulletin;* 1900).

marées et, dès que la mer se retire, on la trouve dans les flaques d'eau affaissée contre le sol; dans cette position, les stolons doivent forcément venir en contact avec les pierres, se fixer sur elles et se développer comme je viens de le dire. On comprend ainsi, grâce à cette formation intense de stolons et leur accroissement rapide, l'envahissement d'un espace très grand par cette espèce, et c'est en effet ce que j'ai constaté.

» Chez l'*Obelia dichotoma* Lin., qui vit dans les mêmes conditions que la précédente, de même que chez une espèce dont les caractères sont intermédiaires entre l'*O. flabellata* et l'*O. dichotoma* et qui, à marée basse, reste suspendue à sec sous les rochers, on retrouve le même phénomène. Chez ces espèces, la formation de petites colonies a lieu même sur des stolons qui n'ont pu trouver à se fixer. C'est ce qui arrive aussi chez une espèce d'*Halœcium* voisine de l'*Halœcium sessile* Norman. Enfin, j'ai constaté la transformation d'hydroclades en stolons chez la *Campanularia flexuosa* Hincks et chez la *Plumularia halœcioides* Alder. Chez celle-ci, ce sont les derniers hydroclades de la colonie qui sont transformés, les proximaux portent un hydroméride à leur base, les autres n'en ont pas du tout. Ils se fixent facilement, s'accroissent rapidement en développant de petites colonies.

» Toutes ces espèces vivent dans la zone élevée des marées et, à mer basse, elles peuvent s'appliquer contre leur support, ce qui permet à leurs stolons de se fixer; la propagation rapide de l'espèce est ainsi assurée. Je dois noter cependant que la *Sertularella polyzonias,* qui vit sur le littoral et dans les eaux profondes, transforme aussi ses hydroclades en stolons; de même, une *Polyplumularia flabellata* G.-O. Sars, draguée à 400^{m}, montrait le début de la stolonisation à l'extrémité de rameaux inférieurs. Enfin, le *Leptoscyphus tenuis,* qu'on trouve fréquemment à la voûte de rochers découvrant à chaque marée, et l'*Obelia geniculata,* qui peut se rencontrer dans la zone élevée des marées et dans des endroits dépourvus de courants, développent aussi des stolons et établissent ainsi un passage entre les espèces scissipares et les espèces à stolons.

» Ajoutons que la formation des stolons n'est pas due à une action morphogène du support sur les rameaux venant à le toucher, comme je l'avais pensé tout d'abord [1].

» Nous voyons donc :

» I. Que la scissiparité [2] et la stolonisation sont des moyens actifs de multiplication chez les Hydroïdes, et qu'ils se rencontrent chez un grand nombre d'espèces;

» II. Que ces deux modes de multiplication sont déterminés par les conditions d'habitat : les espèces scissipares vivant, sauf de rares exceptions, dans les courants ou dans les eaux profondes; les espèces à stolons

---

(1) A. Billard, *Note sur le* Polyplumularia flabellata, *etc.* (*Bull. Mus. Hist. nat.*, n° 3; Paris, 1901).

(2) *Comptes rendus*, 2 septembre 1901.

se rencontrant généralement sur le littoral (le fait est surtout net chez les différentes espèces d'*Obelia*). »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Les pièces libéroligneuses élémentaires du stipe et de la fronde des Filicinées actuelles : I. Le faisceau bipolaire et le divergeant.* Note de MM. **C.-Eg. Bertrand** et **F. Cornaille.**

« 1. Dès qu'elle est assez importante pour subir la différenciation libéroligneuse, la pièce conductrice élémentaire du stipe et de la fronde des Filicinées ou Mégaphyllides actuelles se présente à l'un des états suivants : 1° *faisceau bipolaire;* 2° *divergeant,* le divergeant pouvant être *fermé* ou abaissé à l'état de *masse apolaire;* 3° *masse libéroligneuse indéterminée* ou *faisceau indéterminé*.

» 2. On sait que la section transverse de la trace foliaire de l'Osmonde, prise dans son pétiole primaire, a la forme d'un arc à concavité antérieure et à bords enroulés en crosses. Cet arc comprend une lame ligneuse continue, tapissée de liber sur ses deux faces et à ses deux extrémités. Bois et liber sont primaires. Les trachées y forment des pointements ou groupes T placés à la face antérieure du bois. A partir de chaque groupe trachéen, la caractérisation définitive des éléments ligneux se fait dans deux sens. On voit ainsi, en prenant deux groupes trachéens consécutifs T''_d, T'''_d, dans la moitié droite de l'arc, deux lames ligneuses : $T''_d\gamma^2_d$ incurvée à droite, $\gamma^2_d T'''_d$ incurvée à gauche, qui convergent l'une et l'autre vers un centre de figure commun γ^2_d où elles se réunissent par leurs gros vaisseaux. Le liber présente quatre points initiaux, souvent fusionnés en deux bandes, l'une devant la région γ^2_d, l'autre en arrière de cette région. La trace est formée d'une suite de pièces semblables, sauf à ses deux extrémités.

» 3. Sous cette forme, la pièce libéroligneuse élémentaire réalise un *faisceau bipolaire*. Le bois y présente deux pôles trachéens Δ_g, Δ_d, d'où la différenciation ligneuse progresse vers un centre de figure commun γ. Le liber a deux ou quatre pôles fusionnés deux à deux, placés sur les flancs de la lame ligneuse, c'est-à-dire au maximum de distance des lignes de différenciation du bois. La trace foliaire de l'Osmonde est une suite ou chaîne continue de faisceaux bipolaires. Remarquons de suite que *cette chaîne est terminée de chaque côté par un demi-faisceau bipolaire*.

» 4. Nous représentons un quelconque de ces faisceaux bipolaires par le symbole F. L'exposant de F fait connaître son numéro d'ordre à partir

du point S où la surface de symétrie CS coupe l'arc postérieur de la trace foliaire. L'indice de F spécifie si ce faisceau est pris dans la moitié droite ou dans la moitié gauche de la trace. F_d^3 est le troisième faisceau de la moitié droite de l'arc postérieur d'une trace foliaire. Δ_g''', Δ_d''' sont les deux pôles ligneux marquant les origines de ses deux lames ligneuses. γ_d^3 est son centre de figure. Il a deux arcs libériens, un antérieur et un postérieur.

» 5. D'autre part, la section transversale de la trace foliaire prise dans le tiers inférieur d'un pétiole primaire de *Cyathea medullaris* montre des masses libéroligneuses indépendantes, jalonnant une courbe fortement plissée. Chaque masse présente un seul groupe trachéen T d'où partent en divergeant, comme les branches de la lettre grecque grand upsilon (Υ), deux lames ligneuses qui se différencient de la pointe de l'upsilon vers les extrémités de ses ailes. Ces dernières sont occupées par de grands vaisseaux (trachéides) scalariformes. Le liber entoure le bois. Il présente quatre pôles de différenciation : deux antérieurs, plus accusés, et deux postérieurs.

« 6. Nous appelons *divergeant*, une masse libéroligneuse constituée comme il vient d'être dit. Nous représentons un divergeant par le symbole Υ et nous précisons sa place dans la trace foliaire au moyen d'indices et d'exposants, comme nous l'avons fait pour les faisceaux bipolaires. Υ_d^3 est le troisième divergeant de la moitié droite de l'arc postérieur d'une trace. Son groupe trachéen est T_d'''; ses deux lames ligneuses divergeantes ou *ailes* sont $\Upsilon_d^2 T_d'''$ et $T_d''' \Upsilon_d^3$. Il y a deux arcs libériens : un antérieur et un postérieur. La trace foliaire de *Cyathea medullaris* est une suite de divergeants; presque tous sont isolés au niveau de la coupe étudiée. Quelques-uns seulement sont unis par leurs ailes en de petites chaînes continues. *La chaîne plissée qui représente la trace de* Cyathea *se termine par deux ailes libres comme celle de l'Osmonde.*

» 7. Considéré comme une pièce libéroligneuse élémentaire, le *divergeant* diffère de tous les *faisceaux* connus parce que son liber entoure le bois; le pôle n'y est donc pas nettement marginal. De plus, les deux lames ligneuses partent d'un même pôle trachéen et se différencient en s'écartant l'une de l'autre, en gagnant les flancs de la masse. *La pièce comporte donc deux centres de figure, placés à l'extrémité élargie de ses ailes ligneuses.* Ces divers caractères séparent profondément le divergeant du *faisceau unipolaire diploxylé* où le centre de figure unique est antérieur. D'autre part aussi le divergeant diffère de la *masse libéroligneuse indéterminée*. Cette dernière a une structure concentrique. Les trachées y sont centrales par rapport au bois, et celui-ci est entouré par le liber. La différenciation y est

rayonnée dans divers azimuts, comme s'il y avait plusieurs centres de figure autour du bois.

» 8. Il n'y a pas actuellement de raisons décisives imposant l'emploi exclusif de l'une ou l'autre de ces deux pièces élémentaires. L'emploi des divergeants donne souvent des énoncés plus rapides et des formules plus simples. Ce n'est peut-être là qu'un avantage graphique. Nous constaterons d'ailleurs qu'un divergeant représente un système de deux demi-faisceaux bipolaires, unis par leurs pôles ligneux sur une arête de rebroussement. Inversement, un faisceau bipolaire représente deux demi-divergeants unis par leurs ailes.

» 9. Les faisceaux bipolaires des Mégaphyllides sont ordinairement convexes vers la face antérieure. Cet aspect est obtenu soit par un épaississement de leur bois dans la région γ, soit en les pliant dans cette même région. Cette convexité s'atténue parfois; elle ne disparaît jamais complètement. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la localisation et la dissémination de l'antimoine dans l'organisme.* Note de M. G. Pouchet, présentée par M. Brouardel.

« Les débats relatifs à une récente affaire d'empoisonnement m'ont amené à rechercher la façon suivant laquelle l'antimoine se localise dans l'organisme des animaux. Mes expériences ont porté sur des lapins et sur des chiens. Elles semblent démontrer : 1° que l'action toxique de l'antimoine, ainsi que sa localisation, ne commencent à se montrer qu'à une dose élevée relativement aux doses correspondantes d'arsenic; 2° que la localisation de l'antimoine est très différente de celle de l'arsenic; 3° que dans les mélanges d'arsenic et d'antimoine, ce dernier, loin de diminuer le pouvoir toxique de l'arsenic, paraît, au contraire, le soutenir et même l'accroître.

» Dans l'espace de cinquante jours, un lapin du poids de 1095^{gr} absorbe, par doses de 5^{mgr}, trente rations d'émétique, soit en totalité 150^{mgr}, représentant 54^{mgr} d'antimoine; au bout de ce temps, il est sacrifié. La recherche de l'antimoine n'a permis d'en retrouver une proportion appréciable que dans l'appareil digestif; la peau et les poils (150^{gr}) n'ont fourni qu'un indice d'anneau à peine visible.

» Un autre lapin, du poids de 1620^{gr}, absorbe, dans l'espace de cent seize jours, soixante-dix rations de 5^{mgr}, soit en totalité 350^{mgr} d'émétique, représentant 126^{mgr} d'antimoine. Les résultats, un peu plus accentués que les précédents, sont les mêmes; la presque totalité de l'antimoine localisé se retrouve dans le tube digestif, une trace dans la peau et les poils, rien dans les autres organes et notamment les os. Un autre

lapin (poids : 1200gr) absorbe, dans l'espace de cent trente-deux jours, 400mgr d'émétique, soit 144mgr d'antimoine; mêmes résultats.

» Trois lapins, pesant respectivement 2000gr, 1960gr et 1890gr, ont été mis en expérience pendant une durée de deux cent quinze jours. Durant ce temps, ils ont absorbé successivement quatre-vingts rations de 5mgr, vingt-cinq rations de 10mgr, vingt-quatre rations de 50mgr, enfin dix-huit rations de 100mgr d'émétique, soit au total 3gr,650, représentant 1gr,314 d'antimoine. Les animaux ont augmenté de poids (en moyenne 300gr); mais, dans les derniers jours, ils présentent de la parésie du train postérieur, perdent leurs poils qui sont restés cependant très brillants et présentent, disséminées sur la peau, des plaques rouges et excoriées. A l'autopsie, tous les organes sont normaux; on note seulement une dureté toute particulière des matières contenues dans les intestins; elles sont fortement concrétionnées et présentent, en certains points, des arêtes ou des pointes aiguës perforant, sous l'influence du moindre effort, la tunique intestinale dont la solidité normale paraît diminuée. Les organes de même espèce ont été réunis pour la recherche de l'antimoine. Seuls les organes digestifs (1355gr) ont révélé la présence d'une assez notable proportion d'antimoine; les os plats (294gr) ont donné un anneau faible; les os longs (126gr), les reins (32gr), les foies (121gr), les peaux et poils (905gr), les muscles (3295gr) ont donné un anneau plus faible encore que le précédent; les cœurs et les poumons (51gr), le sang (60gr) ont fourni un résultat des plus douteux, et les cerveaux (30gr), un résultat complètement négatif.

» Ces mêmes résultats ont été observés chez les chiens. L'addition d'une faible proportion d'arsenic à l'antimoine rend plus précoces les manifestations cutanées et nerveuses (paralysie du train postérieur) et fait apparaître des accidents gastro-intestinaux. La localisation et la répartition de l'antimoine ne sont pas modifiées. Le cerveau et la moelle, les muscles, le foie renferment de l'arsenic et pas d'antimoine. Les os renferment de l'arsenic et une trace d'antimoine; la peau et les poils contiennent une proportion assez notable d'arsenic et une quantité d'antimoine plus considérable que la précédente; le tube digestif renferme un peu d'arsenic et la plus forte proportion d'antimoine.

» L'administration simultanée d'une autre substance médicamenteuse active, dans l'espèce le bromure de potassium, paraît modifier d'une façon très notable et la symptomatologie de l'intoxication et la localisation des substances toxiques. »

M. C.-G. **Huc** adresse des « Recherches théoriques sur l'existence, l'origine et l'utilisation de l'énergie, et les variations de son action mécanique ».

(Renvoi à l'examen de M. Cornu.)

M. **Védie** adresse un complément à sa Note précédente : « Sur un co-

rollaire de la théorie des maxima et minima magnétiques et calorifiques, dus aux radiations solaires ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 septembre 1901.

Traité élémentaire de Chimie, par L. Troost, Membre de l'Institut. 13e édition, entièrement refondue et corrigée, avec 551 figures dans le texte. Paris, Masson et Cie. 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Sur la similitude des dents de l'homme et de quelques animaux, par Albert Gaudry. Paris, Masson et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Deux missions scientifiques sur les côtes occidentale et orientale de Madagascar, par E. Colin. Paris, Masson et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Observatoire de Tananarive : Notice et Travaux. (Extr. de l'*Annuaire de Madagascar*, année 1901.) 1 fasc. in-8°.

Règle à calculs, modèle spécial, par A. Beghin, 2e édition. Paris, Ch. Béranger, 1902; 1 fasc. in-8°.

La conquête de l'air par le plus lourd que l'air, par E. Rossat. Paris, imp. A. Reiff, s. d; 1 fasc. in-8°.

La léprose, par le Dr Dom Sauton, avec planches hors texte et 60 figures en noir et en couleurs. Paris, C. Naud, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Brouardel. Hommage de l'Auteur.)

Les sourds-muets en Norvège, par V. Uchermann. Christiania, 1901; 2 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Alex. Wernicke : *Lehrbuch der Mechanik, in elementar Darstellung mit Anwendungen und Uebungen aus den Gebieten der Physik und Technik;* Ier Theil : *Mechanik fester Körper*, 2e Abteilung. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1901; 1 vol. in-8°. (Envoi de l'éditeur.)

Aether, Körper und Schwere, von Dr F. Seelheim. Amsterdam, H. Eisendrath, 1901; 1 fasc. in-8°.

Catalogue of the Indian Decapod Crustacea in the collection of the Indian Museum; Part I : *Brachyura,* fasc. I. *Introduction and Dromides or Dromiacea* (*Brachyura primigenia*), by A. Alcock. Calcutta, 1901; 1 fasc. in-4°.

Carta geologica della Calabria in 20 fogli e 3 tavole di sezioni, scala di 1 a 100000, rilevata e pubblicata per cura del R. Ufficio Geologico. T. III, f. 220, 221, 222, 228, 229, 230, 231, 254. Rome, 1901; 1 fasc. petit-colombier.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 OCTOBRE 1901,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à lui désigner deux de ses Membres, choisis en dehors du personnel enseignant de l'École Polytechnique, pour faire partie du Conseil de perfectionnement de cette École, conformément à l'article 38 du décret du 13 mars 1894, modifié par le décret du 22 avril 1901.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux nouveaux fascicules des « Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht, par *Albert Ier*, Prince souverain de Monaco »; fascicule XIX : « Étude de fonds marins provenant du voisinage des Açores et de la portion orientale de l'Atlantique nord », par

M. *J. Thoulet;* fascicule XX : « Alcyonaires provenant des campagnes de l'*Hirondelle* », par M. *Th. Studer.*

M. G. **Darboux** fait hommage à l'Académie d'un article paru dans le *Journal des Savants* (août 1901), sur le Catalogue international de Littérature scientifique.

M. Ad. **Carnot** fait hommage à l'Académie d'un fascicule « Sur la constitution chimique des fontes et des aciers ». (Association internationale pour l'essai des matériaux; Congrès de Budapest, 1901.)

MÉCANIQUE. — *Sur l'extension d'une formule d'Euler et sur le calcul des moments d'inertie principaux d'un système de points matériels.* Note de M. K. **Bohlin**, présentée par M. O. Callandreau.

« On sait que les moments d'inertie A, B, C d'un système de points matériels sont représentés par trois quantités de la forme

$$T_x = \Sigma x^2, \qquad T_y = \Sigma y^2, \qquad T_z = \Sigma z^2,$$

sous la condition que les produits d'inertie soient nuls, c'est-à-dire que l'on ait

$$0 = \Sigma yz, \qquad 0 = \Sigma zx, \qquad 0 = \Sigma xy.$$

» A ce point de vue on aura souvent une application de la formule connue d'Euler, usuellement employée dans la théorie des cosinus de direction

$$(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2)(y_1^2 + y_2^2 + y_3^2) - (x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3)^2 = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 \\ y_1 & y_2 \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} x_1 & x_3 \\ y_1 & y_3 \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} x_2 & x_3 \\ y_2 & y_3 \end{vmatrix}^2,$$

formule qui pour deux éléments a la forme

$$(1) \qquad (x_1^2 + x_2^2)(y_1^2 + y_2^2) - (x_1 y_1 + x_2 y_2)^2 = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 \\ y_1 & y_2 \end{vmatrix}^2$$

et qui, d'un autre côté, s'étend à un nombre quelconque d'éléments.

» Voici une autre extension de la formule (1), à trois dimensions, qui mérite d'être notée :

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &(x_1^2+x_2^2+x_3^2)(y_1^2+y_2^2+y_3^2)(z_1^2+z_2^2+z_3^2)\\ &\quad-(x_1^2+x_2^2+x_3^2)(y_1z_1+y_2z_2+y_3z_3)^2\\ &\quad-(y_1^2+y_2^2+y_3^2)(z_1x_1+z_2x_2+z_3x_3)^2\\ &\quad-(z_1^2+z_2^2+z_3^2)(x_1y_1+x_2y_2+x_3y_3)^2\\ &\quad+2(x_1y_1+x_2y_2+x_3y_3)(y_1z_1+y_2z_2+y_3z_3)(z_1x_1+z_2x_2+z_3x_3)\\ &\quad=\begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3\\ y_1 & y_2 & y_3\\ z_1 & z_2 & z_3\end{vmatrix}^2,\end{aligned}\right.$$

formule qui, d'un autre côté, s'étend à un nombre quelconque d'éléments. On aura, par exemple, pour quatre éléments, l'identité

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} &(x_1^2+x_2^2+x_3^2+x_4^2)(y_1^2+y_2^2+y_3^2+y_4^2)(z_1^2+z_2^2+z_3^2+z_4^2)\\ &\quad-(x_1^2+x_2^2+x_3^2+x_4^2)(y_1z_1+y_2z_2+y_3z_3+y_4z_4)^2\\ &\quad-(y_1^2+y_2^2+y_3^2+y_4^2)(z_1x_1+z_2x_2+z_3x_3+z_4x_4)^2\\ &\quad-(z_1^2+z_2^2+z_3^2+z_4^2)(x_1y_1+x_2y_2+x_3y_3+x_4y_4)^2\\ &\quad+2(x_1y_1+x_2y_2+x_3y_3+x_4y_4)\\ &\quad\times\ (y_1z_1+y_2z_2+y_3z_3+y_4z_4)\\ &\quad\times\ (z_1x_1+z_2x_2+z_3x_3+z_4x_4)\\ &\quad=\begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3\\ y_1 & y_2 & y_3\\ z_1 & z_2 & z_3\end{vmatrix}^2+\begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_4\\ y_1 & y_2 & y_4\\ z_1 & z_2 & z_4\end{vmatrix}^2+\begin{vmatrix} x_1 & x_3 & x_4\\ y_1 & y_3 & y_4\\ z_1 & z_3 & z_4\end{vmatrix}^2+\begin{vmatrix} x_2 & x_3 & x_4\\ y_2 & y_3 & y_4\\ z_2 & z_3 & z_4\end{vmatrix}^2\end{aligned}\right.$$

et ainsi de suite.

» En posant, par exemple,

$$\mathrm{T}_x=\sum_1^4 x_i^2,\qquad \mathrm{T}_y=\sum_1^4 y_i^2,\qquad \mathrm{T}_z=\sum_1^4 z_i^2,$$

avec les conditions

$$0=\sum_1^4 y_iz_i,\qquad 0=\sum_1^4 z_ix_i,\qquad 0=\sum_1^4 x_iy_i,$$

on aura, d'après (3),

$$T_xT_yT_z = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \\ y_1 & y_2 & y_3 \\ z_1 & z_2 & z_3 \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_4 \\ y_1 & y_2 & y_4 \\ z_1 & z_2 & z_4 \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} x_1 & x_3 & x_4 \\ y_1 & y_3 & y_4 \\ z_1 & z_3 & z_4 \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} x_2 & x_3 & x_4 \\ y_2 & y_3 & y_4 \\ z_2 & z_3 & z_4 \end{vmatrix}^2.$$

En généralisant la relation (1), on aura

$$\begin{aligned} T_xT_y = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 \\ y_1 & y_2 \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} x_1 & x_3 \\ y_1 & y_3 \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} x_1 & x_4 \\ y_1 & y_4 \end{vmatrix}^2 \\ + \begin{vmatrix} x_2 & x_3 \\ y_2 & y_3 \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} x_2 & x_4 \\ y_2 & y_4 \end{vmatrix}^2 \\ + \begin{vmatrix} x_3 & x_4 \\ y_3 & y_4 \end{vmatrix}^2 \end{aligned}$$

et des formules tout à fait analogues pour T_yT_z et T_zT_x. On aura encore immédiatement

$$T_x + T_y + T_z = \sum_1^4 (x_i^2 + y_i^2 + z_i^2).$$

» Soient x_i, y_i, z_i les coordonnées de quatre points multipliées par les facteurs de masse correspondants. Désignons par r_i les rayons vecteurs et posons

$$\Delta = \sum r_i^2.$$

En désignant, de plus, par $\Delta_{\mu\nu}$ les aires des divers triangles et par $\Delta_{\lambda\mu\nu}$ les volumes des tétraèdres formés par les rayons, on voit que les quantités $T_x + T_y + T_z$, $T_xT_y + T_yT_z + T_zT_x$, $T_xT_yT_z$ seront des fonctions des quantités Δ, $\Delta_{\mu\nu}$, $\Delta_{\lambda\mu\nu}$, de sorte qu'il sera possible de former l'équation du troisième degré

$$T^3 + cT^2 + bT + a = 0,$$

dont dépend la détermination des moments d'inertie du système. »

MÉCANIQUE. — *Propriétés générales des couples d'éléments cinématiques.* Note de M. G. Kœnigs.

« Les couples d'éléments cinématiques, soit qu'on les considère en eux-mêmes, soit qu'on les compare entre eux, soit enfin qu'on ait égard à leur manière d'être dans les chaînes dont ils font partie, présentent des propriétés générales que nous allons passer en revue.

» C'est ainsi que nous avons reconnu déjà, dans une précédente Communication, qu'un couple d'éléments est *parfait* ou *imparfait;* qu'il admet, en certains cas, des déplacements dissociatifs *aux limites*.

» La nature des contacts donne lieu à une autre catégorie de propriétés intrinsèques. Deux surfaces conjuguées S et S' du couple peuvent, en effet, se toucher soit par points isolés, soit en tous les points d'une ligne, soit encore suivant une étendue superficielle finie.

» Les couples de cette dernière catégorie sont au nombre de six : trois à un paramètre, un à deux, et deux à trois paramètres.

» Les couples à un paramètre sont le couple *vis*, le couple *rotoïde,* le couple *prismatique*, étudiés par Reuleaux sous le nom de couples *d'emboîtement*. Le couple à deux paramètres est le couple *verrou*. Les couples à trois paramètres sont le couple *sphérique* et le couple *plan*.

» Dans ces six couples, le mouvement comporte un glissement sans roulement; aussi M. Haton de la Goupillière les avait-il déjà signalés, plus complètement que Reuleaux, au titre de *glissières*.

» Il arrive souvent que, dans un couple, les contacts réalisés soient plus que suffisants pour assurer le guidage du système binaire que ce couple réalise, en sorte que le couple assure surabondamment ce guidage. On peut dire que, dans ce cas, le couple est *surabondant*.

» Quelquefois, pour assurer plus de stabilité au guidage dans le passage par certaines positions critiques, on rend le couple surabondant dans une certaine étendue seulement. On dira alors que le couple est *momentanément surabondant*.

» Lorsque deux couples d'éléments produisent le guidage d'un même système binaire, nous dirons d'eux qu'ils sont *équivalents*.

» Cette notion en amène une autre, qui comprend toute la catégorie des engrenages.

» Il se peut que le guidage d'un système binaire se trouve, dans une

certaine étendue continue de positions, réalisé au moyen d'un couple d'éléments C; puis, dans une étendue voisine, au moyen d'un autre couple d'éléments C′, *équivalent au premier;* puis, dans une autre étendue de positions, par un troisième couple C″, équivalent à C et à C′, et ainsi de suite. Nous regarderons ces couples C, C′, C″, ... comme formant un seul couple, mais un *couple discontinu.*

» Ordinairement, le couple C′ entre en prise avant que le couple C ait cessé d'y être : les couples discontinus sont donc habituellement *momentanément surabondants.*

» La place et le rôle que tiennent dans la chaîne les divers couples qui relient ses membres donnent lieu à de nouvelles propriétés des couples.

» Une chaîne peut être conçue sous une forme abstraite analogue au système binaire. Ce sera un ensemble de corps solides rigides dont les positions relatives sont soumises à certaines conditions, représentées par des équations entre les paramètres de position relative de tous les membres de la chaîne autour de l'un d'eux.

» Si l'on prend deux membres A et B quelconques de la chaîne, ces membres constituent un certain système binaire, par le fait même qu'ils font partie de la chaîne. Ce système binaire pourra, dans certains cas, être intégralement guidé par un couple d'éléments établi entre les membres A et B; dans d'autres cas, on ne pourra réaliser, au moyen d'un couple, qu'une partie du guidage de ce système binaire; dans d'autres cas, enfin, aucun couple établi entre A et B ne pourra réaliser ce guidage, *même partiellement.*

» Prenons ainsi les corps de la chaîne deux à deux, et établissons entre ces corps le plus de couples d'éléments qu'il est possible. Il peut arriver qu'on ne parvienne pas, par ce procédé, à réaliser l'état de liaisons supposées dans la chaîne et données *a priori* sous la forme analytique. Alors la chaîne est irréalisable mécaniquement (¹).

» Si, au contraire, les couples établis assurent la réalisation de l'état de liaisons, la chaîne se trouve construite par le fait même.

» Nous appelons génériquement *couplage* d'une chaîne l'ensemble des couples d'éléments établis entre ses divers membres. Tout ce qui a été dit des couples s'étend au couplage. Le couplage est *surabondant,* lorsque l'abolition de certains contacts ou de certains couples laisse intact le

---

(¹) A moins de faire intervenir des forces, comme le frottement, l'élasticité, etc.

guidage de la chaîne. Deux couplages sont *équivalents*, lorsqu'ils réalisent le même état des liaisons dans une chaîne. Le couplage sera *discontinu*, lorsque, dans un certain continuum de positions relatives des membres de la chaîne, on aura eu recours à un certain couplage C, pour recourir, dans un continuum adjacent, à un couplage C' équivalent au couplage C, le même fait pouvant du reste se répéter plusieurs fois.

» Si l'on se reporte maintenant à l'un quelconque des couples d'éléments qui participent au couplage, couple que nous supposons établi entre deux membres A et B de la chaîne, deux cas peuvent se présenter.

» Il peut arriver que ce couple d'éléments réalise complètement à lui tout seul le guidage du système binaire que les corps A et B forment dans la chaîne totale, en sorte que la suppression de tous les autres membres de la chaîne ne changerait rien à ce système binaire. Nous dirons alors que le couple est *autonome* dans la chaîne.

» Mais il peut arriver et il arrive souvent le contraire. Le couple d'éléments établi entre les corps A et B peut fort bien ne réaliser qu'une partie des liaisons qui représentent le système binaire A et B, en sorte que l'effet de la chaîne est de restreindre la liberté que le couple laisserait aux corps A et B dans leur mouvement relatif l'un par rapport à l'autre. Pour ce motif, nous dirons alors que le couple est *restreint* par la chaîne. C'est ainsi que l'on peut construire des chaînes desmodromiques dans lesquelles aucun des couples qui figurent au couplage n'est desmodromique.

» Un cas important de couple restreint est celui de la clôture par chaîne d'un couple imparfait. Imaginons un couple imparfait dans une chaîne qui ait pour effet de restreindre ce couple par l'empêchement des déplacements monocinétiques. Le couple imparfait se trouvera clos par le fait même, et ainsi se trouve acquise, sous une forme exacte et précise, la *clôture par chaîne* d'un couple imparfait.

» On remarquera que cette notion s'applique aussi bien aux couples à plusieurs paramètres qu'aux couples desmodromiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'uréthane sur l'acide pyruvique.* Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. Henri Moissan.

« I. On sait, depuis les recherches de Nencki (*D. ch. G.*, t. VII, p. 160; 1874), et de C. Bischoff (*D. ch. G.*, t. VII, p. 629), que l'uréthane se condense avec les aldéhydes, surtout en présence de l'acide chlorhydrique,

dans le sens de l'équation

$$R - CHO + 2AzH^2 - CO^2C^2H^5 = H^2O + R - CH\langle\begin{matrix}AzH - CO^2C^2H^5\\ AzH - CO^2C^2H^5\end{matrix}.$$

» Plus récemment Hantzsch (*D. ch. G.*, t. XXVII, p. 1248; 1894) a montré que l'acide glyoxylique se comportait de même, grâce à sa fonction aldéhydique. On n'a pas signalé de réaction de ce genre avec les combinaisons cétoniques; je me suis proposé de combler cette lacune.

» L'acide pyruvique $CH^3 - CO - CO^2H$ se combine à l'uréthane directement, sans *agent de condensation*, à la manière des aldéhydes et de l'acide glyoxylique,

$$\begin{aligned}&CH^3 - CO - CO^2H + 2AzH^2 - CO^2C^2H^5\\ &= H^2O + \begin{matrix}CH^3\\ CO^2H\end{matrix}\rangle C\langle\begin{matrix}AzH - CO^2C^2H^5\\ AzH - CO^2C^2H^5\end{matrix}.\end{aligned}$$

» Il en est de même de son éther, le pyruvate d'éthyle, qui fournit le dérivé éthéré correspondant; mais, dans ce cas, la réaction ne se produit pas d'elle-même et il est nécessaire de favoriser la condensation au moyen d'acide chlorhydrique. Ce sont les seuls exemples de condensation que j'ai rencontrés jusqu'ici parmi les combinaisons cétoniques.

» *Mode opératoire.* — La combinaison qui résulte de l'action de l'acide pyruvique sur l'uréthane peut s'obtenir par différentes méthodes :

» On peut opérer sans aucun dissolvant et projeter l'uréthane (2 mol.) dans l'acide (1 mol.). En chauffant légèrement, tout se dissout. Il se dépose, peu à peu, par le refroidissement de petits cristaux brillants. Quand tout est pris en masse, on broie, on lave à l'éther ou à l'eau et l'on fait cristalliser dans le chloroforme ou l'acétone.

» On peut encore dissoudre l'uréthane dans une petite quantité d'eau chaude, ajouter l'acide et abandonner la liqueur sous un dessiccateur à vide. Au bout de quelques jours il se produit des cristaux qu'il suffit de laver à l'eau.

» Le rendement est presque théorique.

» L'acide diuréthane pyruvique $CH^3 - C(AzH - CO^2C^2H^5)^2 - CO^2H$ est un corps solide blanc et cristallisé; il fond à 138°-139° et reste facilement surfondu. Il n'est pas volatil; soumis à l'action de la chaleur, il se décompose en régénérant de l'uréthane qui distille.

» Ce corps est très soluble dans l'alcool, soit à chaud, soit à froid; il est également soluble dans le chloroforme et l'acétone chauds où on le fait cristalliser; il est soluble aussi dans l'acide acétique : ce qui permet de déterminer sa grandeur moléculaire. Dans l'eau froide, il est peu soluble (2 p. 100 environ); dans l'eau chaude, il se dissout, mais en se décompo-

sant en régénérant l'uréthane et l'acide pyruvique; il ne cristallise plus par refroidissement.

» II. L'acide diuréthane pyruvique est un acide assez énergique qu'on peut titrer alcalimétriquement en présence de phénolphtaléine ou de méthylorange.

» Son sel de potassium $CH^3 - C(AzH - CO^2C^2H^5)^2CO^2K + H^2O$ s'obtient par neutralisation d'une solution concentrée de potasse et évaporation dans le vide sec. Ce sel peut cristalliser en petites lames rhombiques bien formées; il est très soluble dans l'eau et l'alcool. Traité par un acide minéral, le sel de potassium régénère l'acide diuréthane pyruvique.

» Le sel d'argent $CH^3 - C(AzH - CO^2C^2H^5)CO^2Ag$ est soluble dans l'eau, mais peut, cependant, s'obtenir par double décomposition entre l'azotate d'argent et le sel de potassium employé en solution concentrée. Il cristallise par évaporation ou par refroidissement rapide de sa solution chaude. Il est réduit peu à peu en solution aqueuse même à froid.

» Les autres sels sont, en général, solubles et ne précipitent pas lorsqu'on fait la double décomposition avec le sel de potassium.

» Le sel de potassium traité par un sel de plomb, azotate ou acétate, ne donne aucun précipité; il en est de même avec l'acétate de baryum, l'azotate de zinc, etc. L'azotate mercureux qui est réduit instantanément par le pyruvate de potassium ne donne rien de semblable; l'azotate mercurique donne un précipité blanc, soluble dans un excès de l'un ou l'autre réactif.

» Le sulfate ferreux ne donne rien; mais les sels ferriques déterminent un précipité jaune tirant sur le rose chair, soluble dans un excès de réactif.

» Tous ces caractères distinguent nettement l'acide diuréthane pyruvique de l'acide pyruvique lui-même.

» L'éther éthylique $CH^3 - C(AzH - CO^2C^2H^5)^2 - CO^2C^2H^5$ peut s'obtenir par éthérification de l'acide au moyen de l'acide chlorhydrique : il résulte également de l'action de l'uréthane sur le pyruvate d'éthyle en présence du même condensant.

» Cet éther est un corps blanc cristallisé en fines aiguilles fondant à 109°. Il fond dans l'eau bouillante et s'y dissout sans altération; par refroidissement, il cristallise; il se montre, à cet égard, plus stable que l'acide lui-même. Il est soluble dans l'alcool, l'acide acétique à l'aide duquel on a déterminé cryoscopiquement sa grandeur moléculaire.

» III. Le produit de condensation de l'uréthane avec l'acide pyruvique a donc conservé les propriétés acides de ce dernier; au contraire, le caractère cétonique a disparu. L'acide diuréthane pyruvique et son éther ne se combinent plus à la phénylhydrazine; ils ne présentent pas la réaction

colorée caractéristique de l'acide pyruvique avec le nitroprussiate de sodium et l'ammoniaque.

» Dès que par ébullition avec l'eau on a décomposé l'acide diuréthane pyruvique en ses constituants, on retrouve l'un et l'autre caractère : phénylhydrazone se décomposant à 184° et coloration bleue avec le nitroprussiate et l'ammoniaque ; il en est de même pour l'éther lorsqu'on le fait bouillir avec de l'eau acidulée, ce qui provoque sa saponification et ultérieurement la décomposition de l'acide.

» Cette propriété de l'acide diuréthane pyruvique de régénérer aussi facilement l'acide pyruvique n'appartient à aucun dérivé de la fonction cétonique de cet acide (hydrazone, oxime, etc.). Elle pourra sans doute être utilisée à certaines applications particulières. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la dialdéhyde malonique bromée.* Note de M. **R. Lespieau**, présentée par M. A. Haller.

« En 1897 j'ai décrit, comme résultant de l'action non ménagée du brome sur divers composés en C^3, un corps répondant à la formule $C^3H^3BrO^2$, rougissant le tournesol et décomposant les carbonates (*Annales de Chimie et de Physique*).

» Ces deux propriétés m'avaient conduit à penser que j'avais affaire à un acide, et comme on pouvait l'obtenir à partir de l'alcool

$$CHBr = CH - CH^2OH,$$

je lui attribuais la formule

$$CHBr = CH - CO^2H.$$

Ne disposant que d'une faible quantité de matière, je n'avais pu poursuivre l'étude de ce corps.

» J'avais été frappé toutefois de ce fait qu'il ne possède nullement l'odeur si caractéristique des acides monobasiques en C^3. D'autre part, son existence ne pouvait s'interpréter qu'en faisant appel à la Stéréochimie, puisqu'il fond à 140°, tandis qu'un acide $CHBr = CH - CO^2H$ fondant à 115° avait été obtenu par Wallach, puis plus tard par Stolz.

» Reprenant le travail de Stolz, je fixai de l'acide bromhydrique sur l'acide propiolique, et j'obtins, en effet, un acide bien caractérisé fondant à 115°. Les efforts que je fis pour transformer ce corps en son isomère, et

réciproquement : sublimations, dissolutions, actions des halogènes, des hydracides, de la lumière, n'eurent d'autre résultat que de souligner les différences.

» Cherchant alors quels pouvaient être les groupements des atomes $C^3H^3BrO^2$, je pensai que le prétendu acide pouvait bien être la dialdéhyde CHO.CHBR.CHO. Les expériences vinrent aussitôt vérifier cette conclusion; j'indique ci-dessous quelques-unes d'entre elles :

» *Propriétés de la dialdéhyde bromée.* — C'est un corps solide, cristallisé, fondant à 140° en se décomposant. Il est très soluble dans l'alcool, l'éther, l'acétone, l'eau froide; l'évaporation rapide du dissolvant le redonne cristallisé et pur. Il se dissout dans le benzène bouillant, qui l'abandonne par refroidissement sous forme d'aiguilles brillantes; on peut ainsi le purifier.

» Sa formule résulte des analyses et des mesures cryoscopiques effectuées soit dans l'acide acétique, soit dans l'eau.

» La solution aqueuse colore en rouge violet le perchlorure de fer étendu, précipite l'acétate de cuivre en vert, recolore le réactif de Schiff et donne avec le réactif de Fischer la couleur violacée connue.

» *Dérivé potassé :* CHO.CKBr.CHO. — On l'obtient facilement en neutralisant l'aldéhyde par le carbonate de potassium en présence d'hélianthine. On fait évaporer l'eau dans le vide sulfurique; le sel se dépose, on le purifie par cristallisation dans l'alcool absolu. Il est alors blanc, mais abandonné à l'air, il brunit et devient humide.

» *Action de la phénylhydrazine. Phénylbromopyrazol.* — Si à l'aldéhyde dissoute dans l'alcool on ajoute une molécule de phénylhydrazine, le tout s'échauffe et prend une teinte violette. En chassant l'alcool au bain-marie et distillant ensuite dans un courant de vapeur d'eau, on recueille de petits grains cristallins. On les dissout dans l'alcool; par évaporation, on obtient des aiguilles brillantes fondant à 81° et identiques avec le 1-phényl-4-bromopyrazol de Balbiano

```
          CH = CBr
          |     |
C⁶H⁵ — Az     CH
          \    //
            Az
```

» *Préparation de l'aldéhyde bromée.* — On expose au soleil de juillet du brome (3 atomes) dans un vase de Bohême large et profond. Au bout de quelques minutes, on jette dans ce liquide, en une seule fois, une molécule du corps

$$CHBr = CBr - CH^2OCH^3.$$

Il se produit une réaction excessivement violente, il s'échappe du brome et de l'acide bromhydrique et il reste une huile peu colorée piquant douloureusement les yeux. On l'abandonne au soleil sur des soucoupes, le soir il se dépose des cristaux; on les isole par filtration sur du coton de verre. Le liquide filtré est exposé à nouveau. On obtient ainsi des récoltes de plus en plus faibles et de moins en moins blanches. Les cristaux purifiés par dissolution dans le benzène bouillant, filtration à chaud et refroidissement, constituent la dialdéhyde bromée.

» Parmi les produits accessoires de la réaction se trouve l'acide

$$CHBr = CBr - CO^2H$$

fondant à 85°. On peut remplacer l'éther dibromé

$$CHBr = CBr - CH^2OCH^3$$

par l'alcool $CHBr = CH - CH^2OH$ ou par son éther méthylique.

» Je n'ai point éclairci complètement le mécanisme de ces réactions. La formation d'un premier groupe aldéhydique par l'action du brome sur un alcool ou un éther-oxyde est normale; celle du second groupe tient probablement à la production intermédiaire d'un groupe $CHBr^2$ dû aux réactions suivantes :

$$CHBr = CH - CH^2OH + Br^2 = CHBr^2 - CHBr - CH^2OH$$

et

$$CHBr = CBr - CH^2OH + HBr = CHBr^2 - CHBr - CH^2OH.$$ »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les propriétés réductrices de certains éthers nitriques*. Note de MM. **Léo Vignon** et **F. Gerin**.

« En étudiant l'oxycellulose (¹), l'un de nous a démontré que les nitrocelluloses possèdent des propriétés réductrices. Ces résultats ont été confirmés par G. Lunge et Bebie (²) et par B. Tollens (³). La nitromannite possède les mêmes propriétés réductrices par rapport à la liqueur cupropotassique (⁴); il était intéressant dès lors de rechercher si d'autres éthers nitriques présentent cette particularité.

» Pour élucider la question, nous avons préparé les dérivés nitrés de différents alcools mono et polyatomiques.

» *Alcools monoatomiques.* — Les éthers nitriques des alcools méthylique et éthylique ont été préparés par la méthode Champion (*Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XXII, p. 178), c'est-à-dire par réaction du dérivé sulfurique de l'alcool sur l'acide nitrique fumant : 2 parties d'alcool anhydre rectifié sur la chaux et 2 parties d'acide sulfurique à 66° ont été mélangées peu à peu, en refroidissant dans un courant d'eau. Le mélange, abandonné à la température de 15°, pendant cinq à six heures, a été versé ensuite goutte

---

(1) *Comptes rendus*, 1898-1899-1900.

(2) *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1901, Heft 20.

(3) *Berichte*, 1901, p. 215-216.

(4) *Comptes rendus*, 30 septembre 1901.

à goutte, avec précaution, dans un mélange refroidi à — 15° et constamment agité de 2 parties SO^4H^2 à 66° Bé et 1 partie AzO^3H à 49° Bé.

» Les opérations ont porté sur 50gr d'alcool méthylique et éthylique. La nitration méthylique a été normale ; la nitration éthylique a été explosive par deux fois, vers la fin de l'opération, sans cause apparente, avec dégagement de chaleur et inflammation de la masse; une troisième opération a été effectuée sans accident.

» Nous avons obtenu : 15gr CH^3AzO^3 distillant à 65°-66° et 17gr $CH^3CH^2AzO^3$ distillant à 87°-88°. Ces deux corps sont sans action sur la liqueur cupropotassique.

» *Alcools polyatomiques.* — Le *glycol* éthylénique a été nitré par la même méthode. Pour 10gr de glycol, on a obtenu 9gr de glycol dinitré, ne présentant pas d'action sur la liqueur cupropotassique.

» 10gr de *glycérine* ont fourni 14gr de trinitroglycérine. Cet éther ne réduit pas la liqueur cupropotassique.

» L'*érythrite* a été nitrée de la façon suivante : 5gr d'érythrite ont été dissous dans 25gr d'acide nitrique fumant à 49° Bé refroidi à — 15°. Puis, par addition de 50gr d'acide sulfurique à 66°, on a précipité le dérivé nitré; le mélange a été étendu ensuite dans un grand excès d'eau. Le précipité recueilli a été lavé, essoré et purifié par cristallisation dans l'alcool.

» L'érythrite employée fondait à 125°-126°, elle était sans action sur la liqueur cupropotassique. La nitro-érythrite obtenue fondait à 61°-62°. Le dosage de l'azote par la méthode Dumas a donné 18,24 (calculé 18,5). Le rapport des rendements était égal à 0,93. La nitro-érythrite *réduit* à l'ébullition et à la longue la liqueur cupropotassique.

» La *mannite* [1] a fourni un dérivé hexanitré et un dérivé pentanitré, réduisant tous les deux énergiquement la liqueur cupropotassique.

» La *dulcite* fondant à 187°-188°, sans action sur la liqueur cuivrique, donne un éther nitrique fondant après plusieurs cristallisations dans l'alcool à 94°-95°.

» Ce dérivé renferme: azote, 18,37 pour 100; calculé 18,5. Il *réduit* avec énergie la liqueur cupropotassique.

» *Conclusions.* — En groupant ces résultats, nous trouvons :

Dérivés nitrés de:	Pouvoir réducteur par rapport à la liqueur cupropotassique.
Alcool méthylique	nul
Alcool éthylique	nul
Glycol (di)	nul
Glycérine (tri)	nul
Érythrite (tétra)	faible
Dulcite (hexa)	fort
Mannite (hexa)	fort
Mannite (penta)	fort

(1) *Comptes rendus*, 30 septembre 1901.

» Il semble donc que, au delà d'une certaine atomicité, les dérivés nitrés des alcools possèdent, par rapport à la liqueur cupropotassique, un pouvoir réducteur caractéristique et spécial. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur l'excitabilité de la moelle épinière.* Note de M. **Alex.-N. Vitzou**, présentée par M. A. Chauveau.

« Nous savons maintenant, grâce aux expériences de Fritsch et Hitzig faites sur le chien (1870), et surtout celles de Ferrier, faites sur les singes (1874), que la substance grise du cerveau est excitable, car la réaction se produit à la suite des différents excitants artificiels : électriques et mécaniques (François Franck), ce dont nous nous sommes convaincus dans nos expériences sur le cerveau. Pour la substance grise de la moelle, on tient généralement qu'elle est absolument inexcitable. Cette opinion négative s'explique par les deux motifs suivants :

» 1° Il est difficile de s'assurer de l'excitabilité de la substance grise de la moelle chez les Mammifères, les Reptiles, les Batraciens et les Poissons, puisque cette substance est entourée de toute part par les cordons blancs;

» 2° Il est facile d'aborder la substance grise de la moelle, mise à nu, dans le sinus rhomboïdal chez les oiseaux; en excitant cette dernière substance avec les différents excitants artificiels, on n'a jamais réussi à provoquer la moindre réaction.

» Ces derniers temps, Birge a admis l'excitabilité de la substance grise de la moelle de la grenouille (1882), car, en piquant la moelle avec une aiguille, il produisait un tétanos, persistant quelques secondes après l'excitation. Cependant, la majorité des physiologistes s'est ralliée à la conclusion de Brown-Séquard et de Schiff, en invoquant leurs expériences sur l'inexcitabilité de la substance grise de la moelle chez les oiseaux.

» A la suite des faits précédents, je me suis proposé de refaire les expériences. Or, comme je suis arrivé à des résultats diamétralement opposés, je me permets de les faire connaître à l'Académie des Sciences.

» Voici une des nombreuses expériences faites sur les oiseaux; elle suffit, car le résultat a été le même dans toutes.

» Le 10 février 1901, on a mis à nu la moelle épinière, dans la région lombaire, chez une *oie* préalablement endormie par le mélange de chloroforme, d'alcool et d'éther à parties égales.

» On prépare le *sinus rhomboïdal* formé par l'écartement des cordons blancs. Au milieu de ce sinus se présente la substance grise dénudée, de telle sorte que l'on peut appliquer directement sur elle les différents excitants artificiels. Hémorragie extrêmement *peu* abondante.

» Une heure après l'opération, on excite la substance grise de la moelle avec un *excitant mécanique*, en la touchant avec une aiguille émoussée, et l'on constate que le train postérieur de l'animal, surtout la queue, entre en contractions répétées. Le même résultat a été constaté de suite quatre fois, en répétant cette expérience devant mes assistants.

» J'insiste sur ce fait, car les excitants mécaniques appliqués sur la substance grise de la moelle échappent aux reproches maintes fois adressés aux excitants électriques qu'on applique aux circonvolutions : elles ne se diffusent pas à la surface; elles ne s'étendent pas en profondeur; elles ne se propagent pas par les liquides; elles ne peuvent pas être transportées au loin par les vaisseaux.

» Pour que les excitants mécaniques soient efficaces, on doit éviter aux animaux opérés de la sorte la perte du sang; c'est ce qui arrive avec les oiseaux comme les canards et les oies. De plus, on doit attendre une heure au moins, après l'opération, avant d'appliquer la moindre excitation mécanique sur la moelle. Dans le cas contraire, les excitants mécaniques ne sont pas suffisants pour mettre en relief l'excitabilité de la substance grise de la moelle, comme il est arrivé dans les expériences de Brown-Séquard et celles de Schiff.

» *Excitants électriques.* — Courant induit extrêmement faible, à peine sensible à la langue, qui excite la substance grise mise à nu dans le sinus rhomboïdal.

» La réaction s'est produite immédiatement et s'est manifestée par des contractions dans le train postérieur après chaque excitation. J'ai répété nombre de fois cette expérience et le résultat a été le même.

» Les objections que l'on fera à propos de l'emploi de l'excitant électrique sont connues, car on les a exposées à l'occasion de l'excitation de l'écorce cérébrale au moyen des excitants électriques, et on les a réfutées en grande partie, surtout François Franck dans ses *Leçons sur les fonctions motrices du cerveau.*

» Je passe à l'exposé d'une autre *expérience* faite sur le *cheval* endormi par le chloral.

» Dénudation de la moelle dans la région lombaire, suivie d'hémorragie inévitable, cependant pas très considérable. On prépare un bout céphalique et un autre caudal. On attend que l'animal se soit reposé, pendant une heure, des effets de l'opération.

» *Excitants mécaniques.* — J'excite la substance grise avec les excitants mécaniques et je n'ai constaté *aucun effet :* chose prévue, vu la quantité du sang perdu pendant l'opération.

» *Excitants électriques.* — Avec des courants induits très faibles, à peine sensibles à la langue et appliqués sur la substance grise du bout céphalique de la moelle, on constate que la réaction s'est produite et s'est manifestée par des mouvements convulsifs des membres antérieurs. Avec des courants moyens, on constate des *contractions tétaniques* dans les membres antérieurs.

» En excitant avec le même courant le cordon antéro-latéral, on constate une *contraction franche* dans les membres antérieurs.

» J'excite la substance grise du bout caudal avec un courant moyen et je constate que la réaction s'est produite par des contractions convulsives des membres postérieurs, tandis qu'en excitant les cordons antéro-latéraux j'ai constaté que le membre postérieur correspondant s'est déplacé en faisant une contraction franche. Après la cessation de l'excitant, le membre revient immédiatement à la position qu'il avait avant l'excitation.

» De ces expériences faites sur le cheval il résulte que *la substance grise de la moelle est excitable avec des courants électriques et qu'il y a une différence nette entre les réactions qui se sont produites à la suite de l'excitation des cordons antéro-latéraux et celles de l'excitation de la substance grise de la moelle, cette dernière excitation produisant généralement des mouvements tétaniques avec des excitants moyens.*

» Chez les oiseaux (canards, oies), on peut parvenir à mettre la moelle à découvert dans la région lombaire sans hémorragie marquante. De la sorte *on peut démontrer l'*excitabilité *de la substance grise de la moelle, mise à nu dans le sinus rhomboïdal, en employant l'excitant mécanique, qui a une importance considérable.*

» Si mes prédécesseurs n'ont pas trouvé, dans leurs expériences, que la substance grise de la moelle est excitable, cela est dû au procédé opératoire, suivi de perte considérable de sang, qui amène la disparition de l'excitabilité.

» Conclusion générale. — *La substance grise de la moelle est* excitable *comme celle de l'écorce cérébrale avec les excitants artificiels : électriques et mécaniques.* C'est ce que nous ne savions pas jusqu'à présent. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence de la spermotoxine sur la reproduction.* Note de Mlle C. de Leslie, présentée par M. Alfred Giard.

« Si l'on injecte à la souris blanche mâle du sérum spermotoxique fourni par le cobaye, elle perd l'aptitude à la reproduction.

» Quelles que fussent la dose et la puissance du sérum, à la suite d'une seule ou de deux injections rapprochées, la stérilité se maintenait indifféremment de seize à vingt jours. Donc, pas de corrélation, du moins dans les limites des essais actuels, entre la quantité des principes actifs introduits d'emblée dans l'économie et la durée ou l'essence du phénomène. Lorsqu'on renouvelait l'injection un peu avant ce délai, l'effet était le même, c'est-à-dire qu'on prolongeait ainsi l'état stérile pour un même

laps de temps; après quoi l'animal récupérait son pouvoir fécondant sans que la progéniture en subît des conséquences fâcheuses. L'expérience n'a pas encore été poursuivie au delà de la deuxième injection, ni en deçà de $1^{cc},5$ de sérum par 100^{gr} d'animal. Et il se peut que des dilutions beaucoup plus étendues, à la manière des faibles doses d'hémo et de leucotoxine, agissent en sens inverse, c'est-à-dire comme stimulants de l'élément correspondant.

» A côté du sujet injecté avec du sérum spermotoxique complet, on avait trois témoins : l'un recevait du même sérum privé de sa cytase (alexine) par le chauffage à 56°, soit du sensibilisateur; l'autre du sérum alexique, c'est-à-dire du sérum frais d'un animal neuf, et enfin un témoin banal. Éprouvés au préalable avec une ou deux femelles, tous étaient successivement réunis, de deux à cinq jours d'intervalle, avec une série de femelles; et les mises-bas de ces dernières s'échelonnaient régulièrement en rapport avec les dates d'accouplement. Seules les femelles du sujet antispermique restaient stériles. L'action stérilisante provient donc bien de la spermotoxine. Quant à la sensibilisatrice (anticorps spécifique), si fixe que paraisse sa combinaison avec l'élément sensible (Ehrlich, Morgenroth, von Dungern, Landsteiner), et que cette combinaison soit de nature chimique à proprement parler, ou une sorte de mordançage (J. Bordet), on voit que le spermatozoïde des animaux injectés n'en devient pas moins apte à fertiliser la cellule femelle.

» Aucune manifestation morbide appréciable ne trouble la santé de la souris traitée par le sérum spermotoxique. L'appétit génésique et la fonction copulatrice restent intacts. Tout comme les témoins, elle se montre sans cesse en rut. La sécrétion du sperme persiste; les spermatozoïdes sont vivants et mobiles. Cette observation montre que l'infécondité tient à un état particulier du spermatozoïde qui, tout en conservant son activité génésique, a perdu sa fonction fertilisante.

» Introduisons-le sous la peau d'un animal d'une autre espèce pour voir si son infirmité ne l'empêcherait pas d'y agir convenablement. Or, il n'y provoque plus la sécrétion du poison qui l'a frappé comme le fait son congénère normal. En effet, si l'on injecte au cobaye de ces spermatozoïdes stérilisés, c'est-à-dire dont certains constituants, soit chimiques, soit structuraux, ont été modifiés ou détruits par la spermotoxine, l'activité spécifique de son sérum sera nulle.

» L'interprétation qui vient d'abord à l'esprit, c'est que ce sont les mêmes éléments éminemment fertilisants qui, suivant les conditions qu'on

leur impose, tantôt absorbent le poison, tantôt président à sa sécrétion. Et, en s'appuyant sur ce qu'on sait aujourd'hui du rôle respectif des différentes parties du spermatozoïde, on pourrait préciser davantage. Or, une autre explication, moins séduisante il est vrai, mais plus simple, peut être invoquée avec autant, sinon plus de raison. Supposons que la matière toxique se fixe à la surface de la cellule, en modifiant ainsi ses relations d'osmose avec le milieu ambiant, et cela peut suffire pour supprimer du même coup et la chimiotaxie positive du spermatozoïde en face de l'ovule, et la propriété d'engager le leucocyte étranger à déverser dans le sang ses produits mystérieux.

» La recherche, encore à peine ébauchée, d'autres réactions physiologiques ou microchimiques et des altérations morphologiques des spermatozoïdes imprégnés par la spermotoxine permettra probablement de mieux expliquer ces phénomènes. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Les pièces libéroligneuses élémentaires du stipe et de la fronde des Filicinées actuelles :* II. *Modifications du divergeant ouvert. Le divergeant fermé. La pièce apolaire. La masse libéroligneuse indéterminée.* Note de MM. **C.-Eg. Bertrand** et **F. Cornaille.**

« 1. *Un divergeant peut avoir ses ailes très inégales.* Il suffit qu'il soit formé de deux demi-faisceaux bipolaires de largeurs très différentes. L'une des ailes peut ainsi se réduire au point de sembler disparaître.

» 2. Quand les éléments ligneux du métaxylème d'un divergeant sont grêles, ils tendent à se sérier radialement ou en éventail derrière chaque groupe trachéen. Si en même temps le liber antérieur du divergeant se réduit beaucoup, *le divergeant prend un facies de faisceau unipolaire.* Dans une étude limitée à la fronde, cette modification profonde du facies de la pièce élémentaire n'aurait pourtant que la valeur d'un caractère spécifique ou générique. Tandis que dans l'*Helminthostachys zeylanica* et chez les *Botrychium* à grandes frondes très découpées le divergeant a encore la structure que nous lui connaissons chez les autres Filicinées, les *Botrychium* à frondes grêles et tous les *Ophioglossum* ont des divergeants à facies unipolaires.

» 3. *Un divergeant se ferme* en rapprochant ses deux ailes devant son pôle ligneux et en soudant bout à bout les extrémités de ces deux ailes. Il est rare de voir du tissu fondamental entouré par un *divergeant fermé.* Il peut

englober du liber antérieur. Le plus souvent, les éléments entourés par l'anneau ligneux restent à l'état de *fibres primitives* et donnent de l'amylome. Un divergeant fermé présente, par suite, une masse ligneuse circulaire. En un point placé à la face antérieure du bois, il y a un groupe trachéen d'où partent en divergeant deux lames ligneuses dont les éléments vont en s'élargissant. Ces lames se rejoignent devant les trachées.

» 4. Nous prenons, comme symbole des divergeants fermés, la notation $\Upsilon\odot$.

» 5. Pour énoncer les mêmes faits en faisceaux bipolaires, on dira qu'un groupe de deux demi-faisceaux bipolaires, unis par leurs pôles, courbe ses deux lames ligneuses devant les pôles et les raccorde par leurs extrémités libres, en produisant une sorte d'anneau libéroligneux qui a un *centre de figure double* dans la région de raccord des deux lames ligneuses. Le divergeant fermé $\Upsilon_d^3\odot$ a un groupe trachéen T_d''' entouré par ses deux ailes $\gamma_d^2 T_d'''$, $T_d'''\gamma_d^3$ et un centre de figure double $\gamma_d^2\gamma_d^3$ placé à la jonction des deux ailes, car il résulte de la confluence des centres de figure des deux faisceaux $F_d^2 F_d^3$ qui ont en commun le groupe trachéen T_d'''. Les divergeants fermés sont extrêmement répandus dans les stipes et dans les frondes. La production des divergeants fermés est grandement facilitée par la triple courbure fondamentale des faisceaux bipolaires des Mégaphyllides.

» 6. Il se réalise encore chez les Mégaphyllides un autre état très spécial de la pièce libéroligneuse élémentaire, lorsque dans un divergeant fermé les trachées viennent à s'éteindre. Il reste alors, faisant suite au divergeant, une masse libéroligneuse primaire où le liber entoure le bois, mais celui-ci est composé exclusivement de gros trachéides unis ou non par de l'amylome. *La masse n'a plus de pôle ligneux.* Cette absence de pôle ligneux différencie cette pièce de tous les *faisceaux*, des *divergeants* et des *masses indéterminées*. Nous avons nommé *pièces apolaires*, ou simplement *apolaires*, ces masses libéroligneuses sans trachées. Nous les représentons par le symbole AO(1). Ces apolaires ont une existence locale restreinte dans les frondes. Elles jouent un rôle considérable dans l'organisation des stipes.

» 7. Dans les régions où elles sont appelées à se réduire beaucoup, les masses libéroligneuses élémentaires de la Mégaphyllide prennent souvent l'état de *cordons indéterminés*. Ceci se réalise vers l'extrémité des nervures. A un divergeant très réduit fait suite un filet où les trachées initiales sont centrales et entourées par des éléments ligneux plus larges. Le liber, devenu presque exclusivement parenchymateux, revêt concentriquement la surface du bois. C'est presque toujours en passant préalablement par

l'état de divergeant fermé qu'on voit apparaître les masses libéroligneuses indéterminées chez les Filicinées. Lorsque les éléments ligneux y sont courts, globuleux, on a des *terminaisons en ampoules*. Celles-ci s'approchent très près de l'épiderme; elles peuvent le toucher, comme dans les glandes à eau de beaucoup de frondes.

» 8. Nous désignerons les masses libéroligneuses indéterminées par le symbole I*n*.

» 9. Les vaisseaux larges, trachéides scalariformes ou aréolés, avec le liber recouvrant des pièces élémentaires des Mégaphyllides, représentent la partie plus particulièrement réparatrice de ces masses libéroligneuses. Le fait est très visible dans les systèmes qui ont à donner ou à recevoir des cordons latéraux.

» 10. Les pièces libéroligneuses élémentaires des Mégaphyllides actuelles ne sont pas connues avec une zone cambiale, ni par suite munies de bois ou de liber secondaires. On y voit bien parfois des alignements assez réguliers, qui ont donné l'impression de zone génératrice et de bois secondaire. Le fait se présente chez les Ophioglossées; mais, comme l'ont déjà relevé MM. J.-B. Farmer et W.-G. Freeman, même dans le type de l'*Helminthostachys*, cet aspect est dû à des éléments ligneux primaires, dont le petit calibre laisse au bois une apparence régulièrement rayonnante ou en éventail. Cet aspect se produit plus facilement encore lorsque les divergeants à facies unipolaire sont isolés. »

BOTANIQUE. — *Fleurs doubles et parasitisme*. Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai déjà eu l'occasion de signaler, dans un travail antérieur [1], des cas où un parasite peut produire dans les organes floraux des modifications en tout point comparables à celles qu'on observe dans beaucoup de plantes horticoles, soit que ce parasite vive à l'intérieur même des tissus de la fleur (Champignons), soit qu'il exerce sur ces tissus une excitation par des piqûres répétées (Aphidiens, Phytoptides). C'est ainsi que les fleurs du *Knautia arvensis*, attaquées par le *Peronospora violacea*, celles du *Matricaria inodora*, envahies par le *Peronospora Radii*, présentent l'aspect de fleurs doubles des Radiées; de même sous l'influence du *Puccinia Violæ* les fleurs

---

[1] *Recherches sur les Cécidies florales*, 1895.

du *Viola silvatica* peuvent offrir une pétalodie des étamines; beaucoup d'Ombellifères et de Crucifères, sous l'action d'Hémiptères ou d'Acariens, offrent une virescence de tous leurs organes floraux qui n'est pas sans analogie avec les faits de tératologie horticole.

» Mais jusqu'ici on devait se contenter de comparer les modifications dues à des cas de parasitisme s'exerçant directement sur les organes floraux à celles que présentent les plantes horticoles, sans pouvoir ramener à une même cause des effets analogues. Un certain nombre d'observations et d'expériences m'ont amené à la conviction que beaucoup de plantes horticoles à fleurs doubles, sinon toutes, ne sont autre chose que des associations parasitaires où la castration est accompagnée de phénomènes de virescence, de pétalodie des organes sexuels, de prolifération, etc.

» Je rapporterai d'abord, dans cette Note, deux cas de pétalodie des feuilles reproductrices observés dans la nature et qui sont nettement dus à des parasites; mais ceux-ci n'agissent pas cette fois directement sur la fleur et, vivant dans l'appareil radiculaire, provoquent à distance la castration ainsi que les modifications morphologiques qui accompagnent cette dernière.

» Au milieu de nombreux individus de *Primula officinalis* normaux, j'ai eu l'occasion d'en remarquer trois, proches l'un de l'autre, dont les étamines et les carpelles étaient à des degrés divers pétaloïdes; le pistil était souvent ouvert et les ovules présentaient les modifications plusieurs fois décrites pour cette plante. Je n'ai pu observer aucun parasite dans la partie aérienne de ces pieds tératologiques, mais toutes leurs radicelles étaient envahies par le mycélium d'une Dématiée, que je me réserve de décrire ailleurs plus longuement, alors qu'on ne rencontrait ce Champignon dans aucune plante à fleurs normales.

» D'autre part, un pied de *Scabiosa Columbaria*, du jardin botanique du laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, se présentait l'an dernier avec des fleurs où toutes les étamines étaient très régulièrement pétaloïdes; je retrouvai, quelques jours plus tard, à Samois, un individu semblable; comme dans le cas du *Primula,* on ne pouvait observer de parasite dans la fleur même, mais les racines de ces deux individus présentaient un nombre considérable de galles d'*Heterodera radicicola,* les pieds normaux du voisinage n'en possédant pas.

» Il était très vraisemblable que c'était à ces parasites qu'il fallait rapporter les modifications offertes par les fleurs; l'expérience suivante est venue confirmer cette manière de voir : à l'emplacement d'un des pieds tératologiques que j'avais observés et déracinés, je repiquai un individu de *Scabiosa Columbaria* à fleurs parfaitement normales; or, ce dernier présentait cette année les mêmes modifications dans sa fleur que l'individu qu'il avait remplacé et sur ses racines les mêmes galles d'*Heterodera*.

» Un ensemble de faits analogues à ceux que je viens de rapporter

m'amène à penser que, dans beaucoup de cas, les modifications tératologiques de la fleur de l'ordre de celles qui nous occupent ici sont liées à l'action de parasites vivant aux dépens des parties souterraines de la plante, et pouvant avoir ainsi un rôle très important dans l'évolution des plantes supérieures. On peut expliquer de la sorte l'apparition brusque, dans une localité déterminée, de formes végétales nouvelles; en fait, j'ai pu me convaincre que la forme dioïque du *Pulicaria dysenterica* Gaertn. décrite par M. Giard (¹) constitue une association parasitaire intéressant les organes souterrains de la plante; c'est probablement à cette même cause qu'il faut rapporter l'apparition de certaines formes aberrantes observées par M. de Vries (²) dans des cultures d'*Œnothera Lamarckiana;* le fait que certaines de ces formes sont complètement stériles ou deviennent femelles par avortement du pollen tendrait à le démontrer.

» Les premières recherches que j'ai entreprises pour vérifier si c'est bien à un phénomène de parasitisme qu'il faut rapporter l'existence des plantes horticoles à fleurs doubles ne font que confirmer cette hypothèse ; je ne signalerai pour l'instant que les faits relatifs à la Saponaire officinale.

» Le port des individus de Saponaire à fleurs doubles est sensiblement différent de celui des individus à fleurs normales; la tige a des entrenœuds plus courts, des nœuds plus renflés et rappelle beaucoup la tige des individus attaqués par le *Sorosporium Saponariæ ;* le rhizome est plus épais et sa structure est moins différenciée ; la lignification est en particulier moins accentuée; le rhizome a subi une légère tuberculisation ; ces différents caractères cadrent bien avec l'hypothèse d'une association parasitaire. Or, tandis que les rhizomes de Saponaires normales se montraient comme complètement dépourvus de mycélium parasite, ou ne donnaient lieu, dans un courant d'eau stérile, qu'à un faible développement mycélien, ceux qui correspondaient à des individus à fleurs doubles, et qui s'étaient développés dans les mêmes conditions que les précédents, présentaient toujours en abondance un *Fusarium* qui se trouvait être le même, quelle que soit l'origine de l'individu examiné.

» Je suis donc amené à considérer certaines plantes à fleurs doubles comme pouvant provenir d'une association parasitaire s'exerçant aux dépens des organes souterrains de ces plantes, et l'on conçoit aisément que les pratiques de l'horticulture aient pour résultat, sinon de provoquer,

---

(¹) *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique,* t. XX, p. 53; 1889.
(²) *Comptes rendus,* 1er octobre 1900.

tout au moins de maintenir et d'accentuer cette association lorsqu'elle s'est produite accidentellement dans la nature. »

ANTHROPOLOGIE. — *Contribution expérimentale à l'étude des signes physiques de l'intelligence.* Note de M. **N. Vaschide** et M[lle] **M. Pelletier.**

« L'étude anthropo-psychologique des signes physiques de l'intelligence compte déjà dans son passé quelques essais expérimentaux et particulièrement dans le domaine de la Céphalométrie, depuis les recherches déjà anciennes de Parchappe et depuis celles de Broca jusqu'aux plus récentes de Lacassagne, de Galton et Wenn et d'Ammon. Nous renvoyons, pour l'étude historique de la question qui nous occupe, au travail de Binet et Vaschide sur l'*Historique de la Céphalométrie* (¹).

» Nous avons cherché à nous rendre compte expérimentalement dans quelle mesure la forme et les dimensions céphalométriques de la tête vivante peuvent servir comme critérium dans l'appréciation intellectuelle d'un sujet. Nos recherches ont été faites sur des élèves des deux sexes appartenant aux écoles primaires du département de la Seine et particulièrement à l'école de Villejuif (²).

» Pour ce qui est du degré d'intelligence, nous avons eu recours, d'une part, à l'appréciation du maître et à la totalité des notes obtenues par l'élève pendant une année; de l'autre, à l'appréciation sur la vie scolaire et sociale de l'enfant, formulée par le directeur de l'école, et aux observations psychologiques faites par l'un de nous en dehors de la connaissance de l'expérimentateur, qui mesurait sans être au courant ni de la catégorie du groupe des sujets, ni du coefficient intellectuel individuel du sujet qu'il devait mesurer.

» Le nombre des sujets sur lesquels nous avons pris des mesures dépasse 300; les résultats dont les Tableaux ci-après rendent compte se réfèrent seulement à la totalité des recherches pratiquées dans une même école. Chaque colonne représente la moyenne de mensurations faites sur

---

(¹) A. Binet et N. Vaschide, *Historique des recherches de Céphalométrie* (*Année psychologique*, 5ᵉ volume).

(²) Nous saisissons cette occasion pour remercier M[me] Lavigne, la directrice de l'école de Villejuif, et M. Hennon, le directeur, qui a été dans toutes nos recherches un collaborateur précieux.

10 élèves : ce qui fait en tout 100 sujets des deux sexes. On a mesuré dans cette école 150 élèves (80 garçons et 70 filles), mais le reste des sujets ne figure pas dans nos moyennes, à cause de nos sériations, en vue de rendre homogènes et comparables les catégories des sujets examinés et mesurés. L'âge des sujets variait de 7 ans jusqu'à 13 ans.

» Comme mesures, nous avons pris tous les diamètres céphaliques, un grand nombre de mesures de la face, ainsi que les mesures du corps les plus importantes exigées par l'Anthropométrie. Nos Tableaux ne concernent que les quelques mesures que nous avons cru utile de relever pour mettre en relief nos résultats expérimentaux. Le demi-produit des trois diamètres céphaliques : métopique, transversal et vertical (hauteur auriculo-bregmatique) nous a semblé d'une importance toute particulière, comme indiquant d'une manière plus concrète et plus synthétique la signification de nos chiffres et de nos rapports anthropo-psychologiques ; il représente, ainsi que certains anthropologistes l'ont confirmé, une sorte d'indice cubique de la tête.

	Sujets intelligents.					Sujets non intelligents.				
	Garçons.			Filles.		Garçons.			Filles.	
Age des sujets	8 ans	9 ans	11 ans	9 ans	11 ans	8 ans	9 ans	11 ans	9 ans	11 ans
Le demi-produit des trois diamètres céphaliques	1607,7	1635,9	1721,5	1513,8	1561,2	1527,8	1613	1603,2	1445,9	1512
Indice céphalo-somatique	414,8	42,6	39,6	38,5	37,2	390	412	39,4	35,7	35
Diamètre frontal minimum	97,2	98,4	100,6	95,8	98,5	97,5	99,2	99,4	96,4	97,9
Haut. auriculo-bregmatique	124,2	123,2	127,7	121,2	120,8	120,9	124	121,7	118,9	120,2
Diamètre bigoniaque	89,5	89,8	94,5	88,4	89	89,1	90,3	91,2	87,9	88,5

» Il résulte du Tableau ci-dessus, et de nos recherches, que ce qui différencie anthropologiquement les deux catégories de sujets est la hauteur auriculo-bregmatique ; ce diamètre est constamment plus grand chez les sujets intelligents que chez les sujets non intelligents. La différence entre ces deux groupes de sujets est encore plus grande, et également constante, si l'on compare le demi-produit des trois diamètres craniens (l'indice cubique), qui penche encore vers la catégorie des sujets intelligents, comme le montrent les chiffres suivants :

	Garçons.			Filles.	
Sujets intelligents	1607,7	1635,5	1721,5	1513,8	1561,2
Sujets non intelligents	1527,8	1613	1603,2	1445,9	1512

» Ces rapports restent encore constants lorsque la sériation est faite

selon la grandeur de la taille; la première sériation a été faite selon l'âge des sujets. Voici les chiffres :

	Sujets intelligents.					Sujets non intelligents.				
	Garçons.			Filles.		Garçons.			Filles.	
Taille	$1^m,17$	$1^m,28$	$1^m,43$	$1^m,20$	$1^m,39$	$1^m,17$	$1^m,29$	$1^m,39$	$1^m,20$	$1^m,39$
Diamètre bi-acromial.....	252	269	301	259	293	252	272	294	264	297
Demi-produit des trois diamètres céphaliques......	1514	1676	1732	1450	1589	1485	1622	1724	1399	1526

» Il semble donc résulter que le développement céphalique des sujets intelligents se comporte anthropologiquement d'une manière autre que celui des sujets non intelligents, en dehors de toute considération de race, d'âge ou de taille. Il ressort encore de nos recherches la prédominance presque constante d'une mesure céphalique : la hauteur auriculo-bregmatique en faveur de la catégorie de sujets intelligents. Ce diamètre vertical indiquerait donc relativement le critérium cérébral individuel. Sans doute, nous sommes loin de considérer ces constatations comme une loi biologique; nous les donnons comme un rapport relatif, mais constant, et impliquant le même degré de probabilité que la grande majorité des mesures anthropologiques [1]. »

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 OCTOBRE 1901.

Association internationale pour l'essai des matériaux. Congrès de Budapest, 1901. *Sur la constitution chimique des fontes et des aciers,* Note présentée par M. ADOLPHE CARNOT, Membre de l'Institut. Zurich, impr. F. Lohbauer, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de M. JULES

(1) Le détail de nos recherches sera exposé dans plusieurs Mémoires qui feront l'objet d'une étude d'ensemble sur les *signes physiques de l'intelligence.*

Richard : Fasc. XIX. *Étude de fonds marins provenant du voisinage des Açores et de la portion orientale de l'Atlantique du Nord,* par J. Thoulet; Fasc. XX. *Alcyonaires provenant des campagnes de l'*Hirondelle (1886-1888), par Th. Studer, avec 11 planches. Cartes III, V et VI. Imprimerie de Monaco, 1901; 2 vol. in-4° et 3 feuilles grand-aigle. (Hommage de S. A. Mgr le Prince Albert de Monaco.)

Notice sur les titres et travaux scientifiques de M. N. Gréhant. Paris, Félix Alcan, 1887; 1 fasc. in-4°.

Supplément à la Notice sur les titres et les travaux scientifiques de M. N. Gréhant. Paris, Félix Alcan, 1893; 1 fasc. in-4°.

Manuel de Physique médicale, par N. Gréhant, avec 469 figures intercalées dans le texte. Paris, Germer-Baillière, 1869; 1 vol. in-12.

Les poisons de l'air, par N. Gréhant. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1890; 1 vol. in-12.

Les gaz du sang, par N. Gréhant. Paris, G. Masson, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. in-12.

Dix-huit opuscules sur divers sujets par M. N. Gréhant. 18 fasc. in-8°.

Mémoire sur la loi de l'attraction universelle, par M. H. Duport. Dijon, Barbier-Marilier, 1901; 1 fasc. in-8°.

Geschützte Rotations-Thermometer : Beitrag zur Frage über die Ermittelung der wahren Lufttemperatur, von Prof. Dr B. Sresnewsky. Dorpat, C. Mattiesen, 1901; 1 fasc. in-8°.

Die Hamburger Sternwarte, von Dr R. Schorr; mit 6 Abbildungen im Text. Hambourg, Leopold Voss, 1901; 1 fasc. in-8°.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag im Jahre 1900; 61 Jahrgang. Prague, A. Haase, 1901; 1 fasc. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 OCTOBRE 1901,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelle série d'expériences relatives à l'action de l'eau oxygénée sur l'oxyde d'argent* (1); par M. **Berthelot**.

« L'étude de cette réaction ayant donné lieu à diverses discussions, j'ai entrepris une nouvelle série d'expériences qui me semblent de nature à

(1) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 164; 1880. — 7e série, t. XI, p. 217; 1897; t. XXIII, p. 52; 1901. — En général, c'est aux Mémoires publiés dans les *Annales* qu'il convient de s'en référer, et non aux publications sommaires et non définitives des *Comptes rendus*, dans l'étude des travaux publiés en France : usage trop souvent négligé lors des citations de ces travaux.

dissiper tout doute relatif à la formation de peroxydes d'argent particuliers.

» Elles établissent, en effet, par des mesures comparatives rigoureuses, ne laissant pas place à des appréciations personnelles ou systématiques, que le peroxyde d'argent, formé pendant les premières périodes de la réaction, se comporte, à l'égard des acides étendus, d'une façon tout à fait différente de l'oxyde d'argent ordinaire, avec lequel on a prétendu le confondre.

» Dans le cours de cet examen, j'ai repris, avec le concours du calorimètre et du chronomètre, les mesures de toutes les données numériques : chaleurs dégagées, volumes gazeux, composition pondérale des produits, durée des transformations, que j'avais observées séparément dans mes essais antérieurs ; essais dont j'ai retrouvé, d'ailleurs, toutes les données, et vérifié pour la quatrième fois, à vingt ans d'intervalle, la complète exactitude ([1]).

» J'ai résumé, cette fois, toutes les opérations dans une série continue de mesures précises, exécutées sans interruption, dans un vase unique, et sans intervention d'autres manipulations ou agents auxiliaires que ceux mis en œuvre dans le calorimètre.

» Le calorimètre, en effet, permet de saisir et de suivre chaque phénomène dans l'acte même de son accomplissement, en constatant et mesurant les travaux moléculaires, sans attendre que leurs effets aient disparu, par suite de la décomposition graduelle des substances instables.

» Voici quelles ont été mes expériences :

Première Série.

» I. Formation de l'oxyde d'argent ordinaire par la réaction de la soude sur l'oxyde d'argent ; ces deux corps employés à équivalents égaux, dans des dissolutions étendues, au sein du calorimètre.

» II. Action immédiate à froid de l'acide étendu (azotique, sulfurique ou lactique) sur l'oxyde d'argent ainsi précipité, sans séparer l'eau mère ; de façon à établir les conditions et la vitesse de la régénération des sels neutres d'argent au sein du calorimètre.

([1]) Il me paraît superflu de s'arrêter à une discussion verbale, où M. Baeyer m'attribue, par mégarde sans doute, des opinions exactement contraires à celles que j'ai constamment énoncées sur la stabilité des peroxydes d'argent.

DEUXIÈME SÉRIE.

» I. Formation de l'oxyde d'argent ordinaire, dans le calorimètre de platine, comme ci-dessus.

» II. Action immédiate de l'eau oxygénée étendue, à poids moléculaires égaux, sur cet oxyde d'argent, dans le même calorimètre.

» III. Action ultérieure et immédiate de l'acide azotique, sulfurique ou lactique, étendu, en opérant à froid, toujours dans le même calorimètre, sur les produits de la réaction précédente.

» Résumons les données observées, sans y mêler aucune hypothèse ou interprétation.

PREMIÈRE SÉRIE.

» I. On a introduit dans le calorimètre de platine :

$$AzO^3Ag(1 \text{ mol.} = 2^{lit})\,150^{cc} + \text{eau } 100^{cc};$$

puis 150^{cc} NaOH pure ($1 \text{ mol.} = 1^{lit}$), vers la température de $13°$. Les opérations concordantes ont fourni pour la précipitation de Ag^2O : $+17^{Cal},3$; soit $+8,6$ pour AzO^3Ag mis en œuvre : c'est-à-dire précisément le nombre observé pour la décomposition du même sel par la potasse ([1]). Le maximum a été atteint en une demi-minute et il a duré une minute et demie. C'est la durée totale de la mesure proprement dite.

» II (1). On a versé aussitôt dans le calorimètre 150^{cc} d'acide azotique étendu ($1 \text{ mol.} = 2^{lit}$) et l'on a agité vivement, avec le concours de mon écraseur de platine, afin de disperser et de dissoudre les flocons agglomérés d'oxyde d'argent. Au bout d'une minute, la température avait monté de $+0°,54$; après deux minutes, encore $+0°,17$; total : $+0°,71$. Ensuite, le thermomètre est resté stationnaire pendant la troisième minute; puis il est descendu lentement et régulièrement, de $0°,005$ par minute environ, par suite du refroidissement. L'oxyde d'argent, au bout de trois minutes, s'est trouvé entièrement dissous, à l'exception de deux ou trois flocons légers et insignifiants; l'addition d'un excès d'acide étendu a éclairci complè-

---

([1]) *Thermochimie : Données et lois numériques*, t. II, p. 367; 1897. La présence de l'acide carbonique dans la liqueur alcaline abaisserait ce chiffre d'un tiers environ. Mais, est-il besoin de dire qu'il n'y a jamais eu, constatation faite, d'acide carbonique, ni dans les alcalis employés au cours de mes expériences, ni dans l'oxygène dégagé?

tement la liqueur, sans produire de chaleur appréciable au thermomètre.

» La chaleur ainsi dégagée a été trouvée, par un calcul définitif et pour la réaction $2AzO^3H$ étendu $+ Ag^2O$ hydraté : $+10^{Cal},32$.

» Or le chiffre donné dans mon Traité est $+10^{Cal},4$. La somme des valeurs $17,3 + 10,3 = 27,6$ répond à la chaleur de neutralisation de la soude, comme il convient.

» On remarquera que la combinaison de l'oxyde d'argent précipité avec l'acide azotique n'exige d'autre temps que celui nécessaire pour établir le contact exact du précipité avec la liqueur. La façon dont l'oxyde d'argent ordinaire se comporte en présence de l'acide azotique, dans les conditions de mes essais, est ainsi établie.

» (2). Dans le calorimètre renfermant l'oxyde d'argent, précipité comme en I, on a versé 150^{cc} d'acide sulfurique étendu (1 mol. $SO^4H^2 = 4^{lit}$), toujours avec le concours de l'écraseur. Ici l'action est un peu moins rapide, à cause de la formation du sulfate d'argent, sel presque insoluble.

» La température a monté :

Dans la première minute, de..........	$+ 0^{\circ},62$	$1^{\circ},19$
Dans la seconde minute, de...........	$+ 0,42$	
Dans la troisième minute, de..........	$+ 0,11$	
Dans la quatrième minute, de.........	$+ 0,02$	
Dans la cinquième minute, de.........	$+ 0,02$	
Dans la sixième minute, de...........	$- 0,01$, etc.	

» Puis le thermomètre a baissé d'une manière régulière de $0^{\circ},005$ environ par minute ; d'ailleurs exactement de la même quantité que le thermomètre plongé dans le calorimètre rempli avec le même volume d'eau pure, à la même température, dans un essai comparatif. La réaction était donc terminée. Elle a dégagé, tout calcul fait,

$$SO^4H^2 \text{ étendu} + Ag^2O \text{ hydraté} = SO^4Ag^2 : + 18^{Cal},75.$$

» Ce nombre concorde presque exactement avec la valeur

$$14,5 + 4,5 = 19^{Cal},0,$$

qui résulte des nombres inscrits dans mon Traité (t. II, p. 372) pour la formation du sulfate d'argent cristallisé.

» La légère différence des deux chiffres s'explique d'ailleurs parce qu'une petite quantité de sulfate d'argent reste en dissolution.

» (3). La formation du lactate d'argent a été contrôlée de la même manière.

» La réaction de l'acide lactique (employé cette fois en excès) sur l'oxyde d'argent, récemment précipité, comme plus haut, dans le calorimètre même, s'est accomplie en quatre minutes, avec les élévations thermométriques que voici :

Première minute....................	$+0^{\circ},47$	$+0^{\circ},69$
Deuxième minute....................	$+0,17$	
Troisième minute....................	$+0,04$	
Quatrième minute....................	$+0,01$	
Cinquième minute....................	$-0,01$, etc.	

» Les calculs déduits des données précédentes ont fourni la chaleur de neutralisation $+4^{Cal},2$ pour 1 équivalent; soit $+8^{Cal},4$ pour 1 molécule Ag^2O.

» J'ai cru devoir la contrôler, en ajoutant à la liqueur une dose de soude exactement équivalente à l'acide lactique employé, ce qui a dégagé $+9^{Cal},5$. La chaleur de neutralisation de cet acide par la soude étant $+13^{Cal},5$, d'après mes anciennes expériences, il en résulte pour celle de l'oxyde d'argent $+4^{Cal},0$. La moyenne des deux valeurs, $+4^{Cal},1$, s'accorde exactement avec la détermination que nous avons faite, M. Delépine et moi ([1]).

» J'ai cru devoir exposer en détail les données précédentes, parce qu'elles vont servir de terme de comparaison avec celles obtenues au moyen du peroxyde d'argent et de l'eau oxygénée.

Deuxième Série.

» I. Formation de l'oxyde d'argent dans le calorimètre de platine, comme ci-dessus. Les mesures réalisées ont été employées dans les calculs précédents.

» III. On ajoute aussitôt dans le même calorimètre 385^{cc} d'eau oxygénée; dose capable, d'après un titrage immédiat, de fournir $1^{gr},20$ d'oxygène disponible, c'est-à-dire un atome d'oxygène pour 1 molécule Ag^2O.

» Il se forme un précipité noir foncé, impossible à confondre avec l'oxyde

---

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XX, p. 153; 1900.

d'argent ordinaire, et le dégagement de l'oxygène commence presque aussitôt. On agite la liqueur avec le thermomètre. Voici les élévations successives de température, mesurées dans deux expériences :

A.

Après une ½ minute..	+0°,42	+1°,94 (4 premières lignes)
Une minute plus tard.	+0,48	
3e minute.........	+0,84	
4e minute..........	+0,18	
5e minute..........	+0,02	
6e et 7e minutes....	+0,02	
8e minute..........	−0,01	
9e minute..........	−0.01	
10e minute..........	−0,01	

B.

Une ½ minute......	+0°,425	+1°,995 (6 premières lignes)
Une minute plus tard	+0,44	
2e minute..........	+0,54	
3e minute..........	+0,32	
4e minute..........	+0,22	
5e minute..........	+0,05	
6e minute..........	−0.01	
7e minute..........	−0,01	
8e minute..........	−0,01	

» On voit que l'expérience est terminée au bout de cinq minutes [1]; du moins quant aux phases susceptibles de dégager des quantités sensibles de chaleur durant l'espace de quelques minutes. Les valeurs négatives qui suivent répondent au refroidissement; elles sont identiques, d'ailleurs, d'après vérification directe, à celles qu'a fournies un volume égal d'eau pure, placé au sein du même calorimètre, dans des conditions identiques.

» Ces élévations de température répondent, tout calcul fait, pour une molécule d'eau oxygénée, H^2O^2, mise en réaction, aux valeurs suivantes :

$$A:+21^{Cal},1;\quad B:+21^{Cal},6.$$

» Une troisième détermination, exécutée avec une proportion relative

---

(1) Une circonstance remarquable a été observée dans ces deux essais : la chaleur dégagée passe par un maximum. L'équilibre de température entre la liqueur et le thermomètre étant établi en fait en moins d'une demi-minute, dans mes expériences, le thermomètre a continué cette fois à monter pendant deux minutes jusqu'à un maximum de variation; puis la chaleur dégagée dans un temps donné diminue et devient à peu près nulle au bout de cinq minutes.

Cette marche spéciale traduit l'existence momentanée d'un composé intermédiaire. Elle paraît répondre à la formation initiale d'un bioxyde d'argent Ag^2O^2, de formule typique semblable au bioxyde d'hydrogène, dont il dérive par réaction simple; première phase, suivie presque aussitôt par une décomposition consécutive, dégageant, en même temps que de l'oxygène, une quantité de chaleur corrélative de cette nouvelle phase (voir *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXIII, p. 52).

moitié moindre d'eau oxygénée par rapport à l'azotate d'argent, soit $\frac{1}{2}$ H^2O^2 pour Ag^2O, a fourni de même $+ 21^{Cal},0$.

» Or, la décomposition directe de l'eau oxygénée étendue : $H^2O^2 = H^2O + O$, d'après mes expériences ([1]), dégage $+ 21^{Cal},7$.

» L'écart est minime et s'explique par la sursaturation gazeuse, très faible d'ailleurs, comme je m'en suis assuré, dans les conditions où j'opère.

» J'ai exécuté un certain nombre d'expériences numériques de ce genre, dont plusieurs ont servi à des constatations et vérifications qui seront exposées plus loin. Mais, avant de les rapporter, je crois utile de poursuivre la description des essais immédiats, exécutés sur chacune des liqueurs A et B, sans interruption ni changement de vases, ou manipulations accessoires quelconques.

» IV (1). Aussitôt, c'est-à-dire pendant l'intervalle entre la dixième et la onzième minute dans l'expérience A, j'ai versé dans le calorimètre de platine 150^{cc} d'acide sulfurique ($SO^4H^2 = 4^{lit}$), dose exactement équivalente à la proportion initiale d'azotate d'argent (ou à la dose de soude).

» Voici les élévations successives du thermomètre :

Première minute	$+0^{\circ},11$	
Deuxième minute	$+0,03$	
Troisième minute	$+0,01$	$+0^{\circ},17$
Quatrième minute	$+0,01$	
Cinquième minute	$+0,01$	

» En prolongeant pendant cinq minutes de plus, le thermomètre se maintient sensiblement au même point, malgré l'influence du refroidissement; mais ses variations sont si lentes qu'on ne peut plus les en distinguer nettement. Il y a là l'indice d'une transformation indéfiniment prolongée.

» Quoi qu'il en soit, la différence entre les réactions de l'acide sulfurique sur l'oxyde d'argent ordinaire d'une part, sur l'oxyde ayant subi le contact de l'eau oxygénée d'autre part, est frappante : l'oxyde d'argent gris ordinaire étant changé entièrement en sulfate, au bout de six minutes, tandis que l'oxyde modifié conserve d'abord sa teinte noire intense et continue à se transformer très lentement, en prenant une teinte grise.

» L'élévation de température pendant cet intervalle est surtout inégale : soit $+ 1^{\circ},19$ pour l'oxyde ordinaire; $+ 0^{\circ},17$ pour l'oxyde modifié. Le

---

([1]) *Thermochimie : Données et lois numériques,* t. II, p. 45.

rapport entre les masses échauffées (réduites à leur valeur en eau) étant, d'ailleurs, sensiblement celui de 7, pour le premier chiffre, à 12 pour le second; la différence réelle des élévations de température pour une même masse serait celle de 0°,70 à 0°,17. En admettant, conformément à des expériences directes dont j'ai vérifié une fois de plus l'exactitude, qu'un tiers de l'argent ait été mis en liberté dans l'hypothèse (inexacte d'ailleurs) où les deux autres tiers auraient passé aussitôt à l'état d'oxyde ordinaire, on aurait dû avoir 0°,47 au lieu de 0°,17, chiffre obtenu en fait dans des conditions identiques. En réalité, ces deux autres tiers sont à l'état de sesquioxyde : ce qui rend compte du moindre dégagement de chaleur.

» Le calcul exact des quantités de chaleur dégagées dans l'expérience actuelle donne pour AzO^3Ag initial : $+2^{Cal},26$; au lieu de +9,5 obtenues avec l'oxyde ordinaire. En admettant la destruction d'un tiers de l'oxyde ordinaire, le reste subsistant sans autre changement, on aurait dû trouver $+6^{Cal},3$.

» La différence entre 6,3 et 2,26 est caractéristique et montre que l'oxyde d'argent qui subsiste n'est pas du protoxyde; même en supposant que la dose d'argent libre trouvée plus haut soit notablement trop faible. Je reviendrai plus loin sur ces chiffres.

» IV (2). Voici une expérience semblable, exécutée au moyen de l'acide azotique ($AzO^3H = 2^{lit}$), au lieu d'acide sulfurique : expérience consécutive à l'expérience III (B).

» Aussitôt après la fin de celle-ci, c'est-à-dire pendant l'intervalle entre la neuvième et la dixième minute, dans l'expérience B, on a versé au sein du calorimètre de platine 150^{cc} d'acide azotique ($1 \text{ mol} = 2^{lit}$), dose exactement équivalente à la dose primitive d'azotate d'argent (ou de soude). J'ai opéré avec le concours de mon écraseur de platine. Voici les élévations successives du thermomètre :

Une demi-minute après le mélange. — Moyenne exacte des températures des liquides mélangés :

Une minute après	+0°,10	+0°,19
Deux minutes plus tard	+0,06	
3e minute	+0,03	
4e »	0,00	
5e »	0,00	
6e »	0,00	

» Le thermomètre continue à rester stationnaire pendant les quatre mi-

nutes consécutives; au lieu de redescendre, en vertu du refroidissement, lequel a donné lieu à un abaissement de 0°,005 par minute dans des essais exactement comparatifs. Il semble que dans ces circonstances il existe une réaction lente se prolongeant indéfiniment : réaction attestée, d'autre part, par un faible dégagement de bulles gazeuses.

» Cette expérience est d'autant plus concluante que la chaleur dégagée y est accrue, d'une façon très notable, en raison de l'attaque lente de l'argent métallique (mélangé au peroxyde d'argent) par la dose de l'acide azotique étendu ([1]) qui subsiste dans la liqueur, sans avoir été neutralisée.

» Quoique cette circonstance tende à donner des chiffres notablement trop forts, il n'en est pas moins utile de la rapprocher des valeurs obtenues dans l'expérience II (1), où l'élévation de température a été de 0°,71. D'après le rapport entre les masses échauffées (réduites à leur valeur en eau), la différence réelle des élévations de température, pour une même masse, serait celle de 0°,42 à 0°,19. En déduisant le tiers d'argent réduit, on devrait avoir 0°,28; valeur encore supérieure de moitié à 0°,19, malgré la surcharge, celle-ci résultant de l'attaque de l'argent métallique.

» Le calcul exact des quantités de chaleur dans l'expérience actuelle, pour AzO^3Ag initial, donne $+2^{Cal},67$ au lieu de $+5^{Cal},2$. En admettant la séparation d'un tiers de l'argent métallique et la permanence des deux tiers de l'oxyde ordinaire, on aurait dû trouver $+3^{Cal},50$. L'oxyde d'argent qui subsiste ne saurait donc être du protoxyde.

» IV (3). En raison de la complication due à la réoxydation partielle de l'argent réduit tout d'abord, complication observable avec l'acide azotique, j'ai cru utile d'exécuter une expérience semblable, c'est-à-dire d'étudier la réaction du peroxyde d'argent noir, sur un acide non oxydant,

---

([1]) L'acide azotique étendu, dans les conditions de mes essais, dissout presque immédiatement à froid l'oxyde d'argent récemment précipité, comme il résulte de l'expérience II (1) : tandis que son action sur l'oxyde modifié par l'eau oxygénée s'exerce plus lentement d'après l'expérience IV (2). Cependant, en échauffant légèrement les vases à une température que la main supporte aisément, l'oxyde noir se dissout à son tour et il reste de l'argent métallique pulvérulent, lequel s'agglomère en s'attaquant lentement. Mais si l'on élève encore davantage la température, cet argent se dissout subitement, avec dégagement de vapeur nitreuse. On a donc, au point de vue de la résistance relative à l'acide azotique étendu :

$$Ag^2O < Ag^4O^3 < Ag.$$

peu énergique et susceptible de former un sel d'argent soluble : j'ai choisi l'acide lactique.

» L'expérience a été conduite exactement de la même manière que les précédentes, vers 13°, et avec les mêmes proportions relatives et concentration; sauf que l'acide azotique a été remplacé par l'acide lactique ($C^3H^6O^3 = 2^{lit}$).

» Voici les élévations successives de température :

Après une demi-minute..............	+ 0°,077	+ 0°,082
Une minute après...................	+ 0°,005	

» Puis le thermomètre a baissé peu à peu; soit, dans l'espace des sept minutes consécutives, de — 0°, 03.

» Il en résulte que l'attaque du peroxyde en excès par l'acide lactique non neutralisé ne se poursuivrait qu'avec une lenteur excessive, notablement supérieure à une attaque semblable du même peroxyde par l'acide sulfurique.

» Ces faits contrastent fortement avec les chiffres observés dans l'expérience II (3), relative à la combinaison directe de l'oxyde d'argent ordinaire et de l'acide lactique.

» En effet, dans cette expérience la variation de température a été trouvée égale à 0°,69; soit, en la ramenant à la même masse que dans l'essai actuel + 0°,40; ou même en admettant les deux tiers seulement de l'argent à l'état d'oxyde ordinaire : + 0°,27, au lieu de + 0,082.

» Le calcul exact des quantités de chaleur dans l'expérience actuelle indique pour la chaleur dégagée répondant à AzO^3Ag initial : $+ 1^{Cal},16$, au lieu de + 4,1. En admettant la séparation d'un tiers d'argent métallique et la permanence des deux tiers de l'oxyde d'argent ordinaire, on aurait dû trouver $+ 2^{Cal},7$. L'oxyde d'argent qui subsiste n'est donc pas de l'oxyde ordinaire. Je reviendrai plus loin sur les données de cette expérience.

» En résumé, si l'on compare les phénomènes observés dans la réaction des acides sur l'oxyde d'argent ordinaire, d'une part, sur le peroxyde d'argent, d'autre part, on constate les résultats suivants :

» 1° En opérant vers la température de 13°, avec l'oxyde d'argent ordinaire, récemment précipité et mis en présence des acides sulfurique, azotique, lactique étendus, à équivalents égaux, la combinaison chimique et

la réaction thermique qui en résulte sont complètes au bout de peu de minutes; il n'y a pas d'action consécutive appréciable, même au bout d'un temps notable.

» 2° En opérant vers la température de 13°, avec la substance qui résulte de l'action immédiate de l'oxyde d'argent ordinaire, récemment précipité, sur l'eau oxygénée étendue, et en mettant aussitôt cette substance en présence des acides sulfurique, azotique, lactique étendus, dans des conditions identiques aux précédentes, et sans autre manipulation, une première réaction chimique et thermique s'accomplit, également en peu de minutes. Cette réaction est suivie de certaines autres beaucoup plus lentes, surtout lorsqu'on emploie un acide faible, tel que l'acide lactique. La chaleur qui résulte de ces dernières réactions, dans l'espace de quelques minutes, est minime, et son dégagement paraît se poursuivre indéfiniment. Mais il cesse bientôt, à cause de sa lenteur, d'être perceptible dans le calorimètre.

» Or la chaleur observable avec cet instrument est beaucoup plus faible lorsqu'on opère sur la substance noire résultant de l'action immédiate de l'eau oxygénée étendue, que sur l'oxyde d'argent primitif. C'est ce qui résulte des chiffres suivants :

	Élévation de température observée, rapportée à une même masse réduite en eau.		Chaleur dégagée rapportée à une molécule de l'oxyde d'argent primitif.	
	Oxyde d'argent ordinaire.	Oxyde traité auparavant par l'eau oxygénée.	Oxyde d'argent ordinaire.	Oxyde traité auparavant par l'eau oxygénée.
	o	o	Cal	Cal
Acide sulfurique......	0,70	0,17	+ 18,75	+ 4,5
Acide azotique........	0,42	0,19	+ 10,4	+ 5,3
Acide lactique........	0,40	0,082	+ 8,2	+ 2,3

» En tenant compte de la formation d'une certaine quantité d'argent métallique dans la réaction de l'eau oxygénée, l'hypothèse (inexacte en fait) d'après laquelle le surplus de l'argent serait à l'état d'oxyde ordinaire, aurait dû donner :

	Élévation de température		Chaleur dégagée	
	d'après l'hypothèse.	trouvée.	d'après l'hypothèse.	trouvée.
	o	o	Cal	Cal
Acide sulfurique......	0,47	0,17	+ 12,2	+ 4,5
Acide azotique........	0,28	0,19	+ 7,0	+ 5,3
Acide lactique........	0,27	0,08	+ 5,4	+ 2,3

» On voit que les mesures expérimentales, dans lesquelles n'interviennent ni appréciation personnelle, ni théorie, ne laissent subsister aucun doute sur les différences chimiques essentielles qui distinguent le peroxyde d'argent obtenu au moyen de l'eau oxygénée, de l'oxyde ordinaire.

» La marche même du thermomètre, pendant la réaction des acides étendus sur l'oxyde noir, offre une particularité digne d'attention : cette réaction donnant lieu à une première et courte période, où la chaleur dégagée est notable; période après laquelle le dégagement devient lent et insensible. Or la dissolution complète de cet oxyde noir dans les acides, telle que

$$Ag^4O^3 + 4C^3H^6O^3 = 4C^3H^5AgO^3 + O + 2H^2O \text{ (}^1\text{)},$$

dégagerait :

Avec l'acide sulfurique..	$+15{,}7^{\mathrm{Cal}}$	au lieu de..	$+4{,}5^{\mathrm{Cal}}$	trouvé plus haut.
» azotique...	$+10{,}5$	» ..	$+5{,}3$	
» lactique....	$+8{,}9$	» ..	$+2{,}3$	

» Si les chiffres observés résultaient uniquement d'un commencement de transformation de l'oxyde noir en sels d'argent ordinaires, ils représenteraient seulement le quart de cette transformation avec l'acide lactique, une fraction un peu plus forte avec l'acide sulfurique, près de moitié avec l'acide azotique (ce dernier résultat étant accru par l'oxydation simultanée de l'argent libre). Une transformation si peu avancée devrait se poursuivre et donner lieu à un dégagement de chaleur continu, ralenti sans doute, mais non ramené de suite au degré où il devient insensible. Il y a donc là l'indication d'une réaction spéciale, accomplie dans les premiers instants du contact.

» Examinons maintenant l'interprétation générale des phénomènes observés. Cette interprétation résulte à la fois des données précédentes et des constatations suivantes, que j'ai pris soin de répéter spécialement dans le cours des expériences présentes.

» En premier lieu et simultanément avec la réaction de l'eau oxygénée sur l'oxyde d'argent dans le calorimètre, on a effectué la réaction dans

(1) La transformation accomplie sous l'influence du temps, qui change l'oxyde noir en une masse grise, paraît être plus complexe, en réalité.

des conditions toutes semblables, en mesurant le volume des gaz dégagés. Ce volume a été trouvé égal sensiblement au volume de l'oxygène excédant sur la composition de l'eau; exactement comme dans les trois groupes d'expériences que j'ai déjà publiées en 1880, 1897 et 1901. C'est donc bien à ce volume gazeux cette fois, comme dans les trois groupes précédents, que répondent les valeurs calorimétriques observées, telles que $+21^{\text{Cal}},6$; $+21^{\text{Cal}},1$; $+21^{\text{Cal}},0$.

» Or ces valeurs, tant calorimétriques que gazométriques, sont sensiblement les mêmes que celles de la chaleur et du volume dégagés par la décomposition simple de l'eau oxygénée en eau et oxygène gazeux : les légers écarts observés correspondent à de faibles sursaturations, comme je l'ai constaté (ce qui sera dit tout à l'heure).

» Observons d'ailleurs que, — dans tous les cas où l'on détermine par entraînement (¹) à l'aide de l'eau oxygénée, soit en élevant la température du système, soit en employant des solutions concentrées de ce corps, comme le faisait Thénard, soit autrement, une décomposition directe de l'oxyde d'argent en oxygène ordinaire et argent métallique, indépendante de celle de l'eau oxygénée, — cette décomposition absorbe de la chaleur [-5^{Cal} à -9^{Cal}, suivant les états allotropiques (²) de l'argent], et cette absorption abaisse proportionnellement la quantité de chaleur qui résulterait de la seule décomposition de l'eau oxygénée : l'écart dépendant de la dose d'oxyde d'argent entraîné.

» Or, dans les essais qui répondent aux valeurs ci-dessus, cet entraînement a été nul ou à peu près, pendant la période initiale.

» En second lieu, j'ai constaté qu'il ne restait aucune trace d'eau oxygénée indécomposée, au sein des liqueurs traitées dans le calorimètre de platine.

» En troisième lieu, la sursaturation gazeuse des liquides par l'oxygène libre, dans les conditions où j'opère, est minime. En effet, après avoir agité convenablement ces liqueurs au contact du platine et de l'oxyde d'argent pour l'exécution des mesures, si on les abandonne à elles-mêmes, en cessant de les remuer, ces liqueurs s'éclaircissent au bout de quelque temps. On peut alors, sans filtration, ni succion, ni manipulation quelconque, puiser une portion de ces liqueurs et constater, je le répète, que la

(¹) Voir mes expériences sur ce point : *Ann. de Ch. et de Phys.*, 7ᵉ série, t. XI, p. 221; 1897.
(²) *Même Recueil*, 7ᵉ série, t. XXII, p. 315; 1901.

surstaturation de la liqueur claire est minime. D'autre part, il est facile de voir que les rares bulles gazeuses, qui se dégagent de temps à autre dans le calorimètre, proviennent du précipité tombé au fond du vase et des parcelles de suroxyde adhérentes aux parois de ce même vase.

» En quatrième lieu, ce précipité, traité à chaud par l'acide sulfurique étendu, fournit de l'argent métallique, dont le poids, dans les conditions décrites, a été trouvé encore, dans les essais actuels, sensiblement la moitié de celui de l'oxyde dissous par l'acide sulfurique; le tout conformément à mes expériences de 1880 ([1]) et 1897.

» C'est l'ensemble de ces résultats qu'il m'a paru légitime de représenter par une théorie, formulée en dernier lieu dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXIII, p. 61; théorie que je suis d'ailleurs prêt à abandonner, si l'on en propose de meilleures. Mais les faits subsistent et je maintiens l'exactitude de mes observations, confirmées de nouveau, sous une autre forme, par les mesures calorimétriques et chronométriques contenues dans le présent Mémoire.

» Rappelons d'ailleurs que le rapport signalé entre l'argent devenu libre et son peroxyde ne subsisterait pas, dans les cas où l'on prolongerait trop la réaction, au delà de la durée si clairement définie par les mesures calorimétriques. En effet, il se dégage sans cesse du précipité de petites bulles d'oxygène, trop rares d'ailleurs et résultant d'une altération trop lente pour affecter le thermomètre à partir du terme ainsi défini.

» *A fortiori* le rapport entre l'argent libre et l'argent combiné dans le précipité serait-il altéré, si, par quelque artifice, tel que chocs, friction énergique, agitation violente et particulièrement introduction d'air dans la masse altérée; ou bien introduction soit de la mousse de platine, soit d'une poudre métallique ou autre; ou bien encore variations brusques de pression, succion, etc., l'on accélérait la décomposition spontanée du peroxyde peu stable, produit dans les premiers moments. La succion au moyen d'une trompe notamment, c'est-à-dire l'intervention du vide, procédé employé par M. Baeyer, est assurément l'un des procédés les plus efficaces pour déterminer cette destruction; alors surtout que l'on opère sur une substance instable, mélangée avec un corps pulvérulent susceptible d'exercer une influence physique et chimique propre, tel que l'argent métallique. Toutes ces circonstances expliquent les contradictions sou-

---

([1]) Voir notamment les nombreuses déterminations pondérales consignées dans mon Mémoire aux *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 166; 1880.

levées à l'occasion du peroxyde d'argent. Ce ne sont pas là d'ailleurs des notions insolites, improvisées à l'occasion de la question actuelle, ou ignorées des chimistes et des physiciens; bien qu'elles paraissent avoir été quelquefois oubliées ou méconnues dans ces derniers temps.

» En effet, ainsi que je l'ai rappelé à l'occasion de la réaction du permanganate de potasse sur l'eau oxygénée ([1]), les phénomènes de sursaturation et d'équilibres instables sont aussi bien d'ordre chimique que d'ordre physique, et assujettis à cesser par l'intervention des mêmes agents et conditions dans les deux ordres.

» Qu'il s'agisse de composés chimiques, solides, liquides ou gazeux, susceptibles de se transformer d'eux-mêmes en corps isomères, ou de se dédoubler par dégagement gazeux ou cristallisation; ou bien de liquides surchauffés, ou surfondus, capables d'entrer en ébullition, ou de cristalliser; ou bien encore de simples dissolutions, aptes à dégager des gaz, ou à déposer des précipités, amorphes ou cristallisés : dans tous les cas où l'on opère sur des systèmes instables de ce genre, les causes capables de produire ces transformations et de ramener les systèmes à un état d'équilibre plus stable sont précisément celles que je viens d'énumérer ([2]).

» Il suffira de rappeler avec quelle facilité, d'après tous les observateurs, ces causes déterminent immédiatement le dégagement de l'oxygène dans une solution d'eau oxygénée, la décomposition de l'acide azoteux dissous, avec dégagement d'oxyde d'azote, etc.

» Elles agissent d'ailleurs aussi bien sur les solides et sur les gaz que sur les liquides, ainsi que le prouve la façon dont elles provoquent la décomposition plus ou moins brusque des corps explosifs gazeux, liquides ou solides, tels que l'acétylène, l'ozone, la nitroglycérine, la poudre-coton, dès que ces composés ont été amenés à la température, ou aux conditions spéciales où ils commencent à se décomposer d'eux-mêmes. »

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXII, p. 433; 1901.

([2]) En y ajoutant, bien entendu, l'intervention des germes de cristaux, et plus généralement des germes des composés que l'on cherche à produire, ainsi que celle des combinaisons transitoires, servant d'amorce pour le passage entre le système primitif et le système final : j'ai insisté bien des fois sur le rôle de ce dernier ordre de combinaisons.

BIOLOGIE. — *Sur la variation des races et des espèces.* Note de M. Armand Gautier.

« Dans un Mémoire *Sur le mécanisme de la variation des êtres vivants* (¹) que je publiais en 1886, après avoir expérimentalement établi que la variation d'où résulte la race frappe jusqu'aux molécules chimiques constitutives de l'être nouveau, je montrais que les végétaux, en particulier, peuvent, en dehors de toute hybridation d'origine pollinique, présenter des variations subites que les théories darwiniennes ne sauraient expliquer. Au milieu d'individus normaux de la même espèce, et dans des conditions en apparence identiques, on voit quelquefois, chez l'un ou l'autre d'entre eux, apparaître, sans transition, des individus ou parties d'individus, appartenant à d'autres races. Tel est le cas de rameaux d'Aralia à feuilles simples se développant sur des Aralias ordinaires à trois folioles; celui de la *Rosa cannabifolia* à feuilles opposées issue, dans les collections du jardin du Luxembourg, d'une *Rosa alba* à feuilles alternes, et celui de la Rose mousseuse apparue tout à coup sur un rosier à sépales glabres.

» J'émettais alors l'opinion que chaque cellule porte en elle ses principes spécifiques et que quelques-uns de ceux-ci sont aptes, en se transmettant à d'autres cellules ou à d'autres êtres vivants, à les faire varier, dès que les circonstances sont favorables à cette transmission (²).

» Précisant ces circonstances dans un travail postérieur (³), je disais :

» Je suis porté à penser (quoique des essais méthodiques n'aient pas encore été tentés dans ce sens) que les modifications rapides observées sur les végétaux peuvent être dues soit à l'action de certains pollens d'espèces étrangères, soit plutôt à l'inoculation de matières destinées à la reproduction, telles que celles qui se rencontrent dans les spores ou les bactéries, matières qui, grâce à un hasard heureux, une piqûre, une blessure, etc., sont mises en relation immédiate avec le protoplasma végétal qu'elles modifient ensuite. En vertu de quelque mystérieuse analogie qui nous échappe entre la constitution des deux protoplasmas, ces matières destinées à la reproduction d'autres types viennent modifier l'organisme récepteur, à peu près comme

---

(¹) *Hommage à M. Chevreul à l'occasion de son centenaire.* F. Alcan, éditeur, Paris, 31 août 1886.

(²) *Loc. cit.*, p. 35 et 36.

(³) *Revue scientifique*, 6 février 1897; p. 164.

le virus vaccinal, le microbe de la fièvre typhoïde, le venin de la vipère ou du cobra, modifient la constitution tout entière et le développement de celui qui les reçoit, sans qu'il y ait une analogie connue entre l'origine, l'espèce, la constitution de ces substances modificatrices et celle de l'être qu'elles impressionnent.

» Les observations que M. Marin Molliard vient de publier dans la Note qu'il a donnée au dernier numéro des *Comptes rendus* (¹), aussi bien que celles faites auparavant par lui, puis par MM. Charabot et Ebray, et d'autres encore, relativement à l'influence exercée sur le développement de certains végétaux par la piqûre de quelques insectes, viennent apporter une nouvelle confirmation aux prévisions précédentes. Les variations observées par M. Molliard sur les pieds de *Primula officinalis*, dont les étamines et les carpelles deviennent pétaloïdes sous l'influence du mycélium d'une Dématiée qui envahit leurs radicelles, et les modifications analogues qu'il a relevées sur la *Scabiosa columbaria* atteinte par l'*Heterodera radicicola* vivant sur les racines de cette plante, montrent bien que les variations qu'on observe dans ces cas sur ces végétaux résultent, en effet, de l'influence d'êtres inférieurs agissant par coalescence de leurs cellules et protoplasmas sur les cellules et plasmas des végétaux sur lesquels ils s'insèrent.

» Les belles recherches de M. L. Daniel sur les variations produites par la greffe, particulièrement chez les végétaux herbacés en germination, de races et d'espèces différentes (²), démontrent, à leur tour d'une façon irréfutable, que les caractères spécifiques du végétal existent, et restent en puissance de reproduction, non seulement dans les cellules génératrices, mais aussi dans les cellules végétatives de chaque être, et que ces cellules et leurs plasmas organisés possèdent, comme je le disais en 1897, et pourvu qu'ils soient dans un rapport spécial avec ceux de l'être auquel ils s'allient, « l'aptitude de développer ces variations, soit directement par génération, » soit indirectement, grâce à la coalescence des plasmas moléculairement » transformés (³) ».

» Cette influence du greffon sur le porte-greffe, définitivement établie par M. L. Daniel, montre donc bien qu'il est des variations qui sont dues à des causes plus générales que l'hybridation par le pollen. C'est qu'en

---

(¹) Voir ce Volume, p. 548.

(²) Voir *Comptes rendus*, avril 1894 à novembre 1897, et *Variation dans la greffe et hérédité des caractères acquis*, par L. Daniel. Paris, Masson et Cie; 1899.

(³) *Revue scientifique, loc. cit.*, p. 164 et 169.

effet, l'hybridation pollinique ne réussit guère qu'entre variétés de même espèce, tandis que le mariage des cellules végétatives et de leurs plasmas permet de faire réagir l'une sur l'autre des espèces souvent très éloignées, pouvant même quelquefois appartenir à des règnes différents.

» Ces remarques s'appliquent également aux animaux. Lorsque chez eux le parasite et l'hôte restent en union intime et continue, l'un et l'autre se modifient mutuellement : il y a, comme dit notre savant collègue M. E. Perrier, adaptation réciproque. Chez l'homme, ces mêmes considérations expliquent les modifications héréditaires provoquées par l'introduction dans l'économie des plasmas pathologiques aptes à s'allier aux plasmas humains, comme dans la syphilis, la pellagre, le goitre et le crétinisme, etc.

» Les principes darwiniens de l'influence banale des milieux, de l'adaptation et de la sélection naturelle ne sauraient expliquer ces modifications profondes et rapides qui forment ainsi, sous nos yeux, de nouvelles races, modifications souvent aptes à se reproduire par semis ou par générations successives. Les faits paléontologiques, aussi bien que ceux qu'on a pu observer de notre temps, semblent bien démontrer que chez les végétaux, comme chez les animaux frappés de monstruosité, les changements, *lorsqu'ils sont importants,* se sont produits sans transition, c'est-à-dire sans apparition de formes à caractères intermédiaires. Depuis mes recherches sur les catéchines et surtout sur les matières colorantes caractérisant les divers cépages (1878), je reste convaincu que les variations de race ou d'espèce dépendent des variations des molécules plasmatiques qui spécialisent chaque ordre d'organe, variations qui proviennent elles-mêmes des influences réciproques d'autres plasmas vivants d'origines souvent très différentes et, pour une moindre part seulement, des modifications du milieu extérieur et nutritif, modifications qui se sont fait particulièrement sentir aux diverses époques géologiques. »

ZOOLOGIE. — *Deux Hémogrégarines nouvelles des Poissons.* Note de MM. **A. Laveran** et **F. Mesnil.**

« Pendant l'été dernier, nous avons trouvé chez des Poissons marins (Sole et Blennies) deux espèces d'Hémogrégarines. Nous avons étudié ces parasites avec d'autant plus d'intérêt que jusqu'ici l'existence d'Hémogrégarines chez les Poissons pouvait être mise en doute.

» Gros, Wedl et Danilewsky ont peut-être vu des Hémogrégarines chez quelques espèces de Poissons, mais les indications qu'ils donnent sont trop vagues pour qu'on puisse affirmer que les parasites signalés par eux appartenaient bien au genre *Hæmogregarina*.

» Gros a vu, chez la Tanche (*Tinca tinca*), des vermicules filiformes; trois ou quatre se logeraient, dit-il, dans un globule rouge. Les vermicules qu'il décrit chez une Motelle sont évidemment des Trypanosomes et non des Hémogrégarines (¹).

» Wedl a observé dans le sang du Goujon (*Gobio fluviatilis*) de *petites filaires* un peu plus longues que les globules rouges; l'extrémité antérieure du parasite est élargie, l'extrémité postérieure effilée; les mouvements au milieu des globules rouges rappellent ceux de Serpents. Les figures données par Wedl pour ce parasite trouvé chez le Goujon et aussi chez une Tanche rappellent évidemment beaucoup l'aspect des Hémogrégarines observées dans le sang frais (²).

» Dans les travaux de Danilewsky sur la parasitologie comparée du sang, on ne trouve que le passage suivant qui puisse se rapporter à des Hémogrégarines des Poissons. Après avoir parlé des Hémogrégarines des Grenouilles, des Lézards, des Tortues et des Oiseaux, Danilewsky ajoute : « Dernièrement, j'ai trouvé ces mêmes *Pseudovermiculi*, c'est-à-dire *Drepa-* » *nidia*, dans le sang des Poissons, surtout chez la *Perca fluviatilis* (³) ».

» Les auteurs qui ont étudié le plus récemment les Hématozoaires endoglobulaires ne font mention d'aucune espèce d'Hémogrégarine chez les Poissons.

» Nous avons dédié à M. le Dr P.-L. Simond l'Hémogrégarine trouvée chez la Sole et nous avons donné à l'Hématozoaire des Blennies le nom de *Hæmogregarina bigemina*, qui rappelle un des principaux caractères de ce parasite.

» *Hæmogregarina Simondi*, n. sp. — Cet Hématozoaire a été trouvé trois fois sur quatre chez les Soles (*Solea vulgaris*) pêchées dans la Manche. Dans un cas seulement les parasites étaient en grand nombre dans le sang.

(¹) Gros, *Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou*, t. XVIII, 1re Partie, p. 423; 1845.

(²) C. Wedl, *Denkschriften der Wiener Akad. der Wissensch.*, 2. Abtheil., p. 15; 1850.

(³) Danilewsky, *Nouvelles recherches sur les parasites du sang des Oiseaux*, p. 21; Kharkoff, 1889.

» *H. Simondi* examinée dans le sang frais se présente sous l'aspect d'un vermicule qui mesure 19$^{\mu}$ à 20$^{\mu}$ de long sur 2$^{\mu}$ de large environ. Les vermicules sont presque toujours à l'état libre dans le plasma; nous verrons plus loin que le stade endoglobulaire existe, mais qu'il est transitoire.

» Les mouvements sont de deux sortes : 1° enroulement du corps qui présente l'aspect d'un 6 tantôt très ouvert, tantôt presque fermé dans sa boucle inférieure, qui correspond à la partie postérieure du corps; 2° mouvement de glissement rappelant tout à fait celui de *Hæmogregarina ranarum*.

» La forme générale du corps du parasite est celle d'une virgule; la partie antérieure est renflée, la partie postérieure va en s'atténuant (*fig.* 1). Le corps est assez réfringent, d'un aspect homogène, sans granulations de pigment ni autres. Le noyau n'est pas visible à l'état frais.

» Sur des préparations de sang desséché, fixé à l'alcool absolu et coloré par la méthode préconisée par l'un de nous ([1]), on constate facilement l'existence d'un noyau situé vers la partie moyenne, plus près de l'extrémité antérieure que de la postérieure. Ce noyau, de forme ovalaire, contient une série de granulations de chromatine de différentes grosseurs (*fig.* 1). La partie antérieure du corps se colore plus fortement que la postérieure.

» Sur les préparations colorées on peut étudier facilement les formes de multiplication, contrairement à ce qui arrive en général pour les Hémogrégarines.

» Le parasite qui va se diviser pénètre dans une hématie, ce qui paraît difficile au premier abord, car l'Hémogrégarine de la Sole a deux fois la longueur d'une hématie normale de ce Poisson; mais, d'une part, le parasite se contracte et se contourne, et d'autre part l'hématie envahie augmente notablement de volume (*fig.* 3); le parasite prend une forme globuleuse; il occupe la totalité de l'hématie dont le noyau seul subsiste (*fig.* 4); en même temps le noyau de l'Hémogrégarine se divise en deux, quatre et huit parties. Le protoplasme se divise à son tour et l'on a alors des faisceaux d'Hémogrégarines analogues à ceux représentés dans les *fig.* 5 et 6. Dans la *fig.* 5, les Hémogrégarines sont encore contenues dans l'hématie réduite à une fine membrane et au noyau (*n*) hypertrophié; dans la *fig.* 6 on ne distingue plus que le noyau de l'hématie (*n*) hypertrophié et accolé au faisceau des Hémogrégarines.

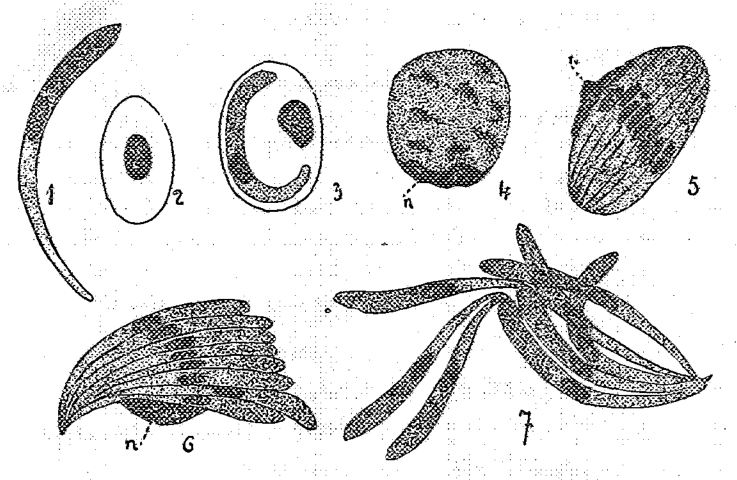
» La *fig.* 7 montre un faisceau en voie de dislocation, trois des Hémogrégarines composant le faisceau sont déjà libres.

» On compte d'ordinaire huit Hémogrégarines dans chaque faisceau.

» Il arrive assez souvent que le protoplasme se divise en même temps que le noyau, ce qui donne, dans les préparations colorées, des formes de division dont l'aspect diffère de celui des formes représentées dans les *fig.* 4 et 5. On trouve de deux à quatre Hémogrégarines courtes, accolées, ou encore des rosaces de huit éléments. Ces formes de division sont endoglobulaires comme les autres, mais l'hématie envahie, très altérée, se détruit facilement, si bien que, sur les préparations de sang desséché, on ne trouve le plus souvent que le noyau hypertrophié de l'hématie à côté des éléments jeunes.

([1]) LAVERAN, *Soc. de Biologie*, 9 juin 1900.

» Dans les frottis de la rate, la fréquence des Hémogrégarines n'est pas plus grande que dans le sang; il ne semble pas que la rate soit, pour ces Hématozoaires, un lieu d'élection.



Hæmogregarina Simondi. — 1. Parasite arrivé à son développement complet, libre dans le sang. — 2. Hématie normale de la Sole. — 3. Hématie augmentée de volume contenant une Hémogrégarine sur le point de se diviser. — 4. Hémogrégarine en voie de division avec huit karyosomes; on ne distingue plus de l'hématie que le noyau *n* comme dans les *fig.* 5 et 6. — 5. Hémogrégarine divisée, éléments jeunes accolés. — 6. Éléments jeunes à un stade plus avancé. — 7. Dissociation du faisceau formé par des éléments de nouvelle formation. Gr. : 1800 D.

» *Hæmogregarina bigemina* n. sp. — Cette Hémogrégarine a été trouvée chez deux espèces de Blennies : *Blennius pholis* et *Bl. gattorugine*, pêchées près du cap de la Hague (Manche). Presque toutes les Blennies de plus de 5^{cm} de long que nous avons examinées étaient infectées, mais souvent un long examen était nécessaire pour découvrir quelques rares parasites; cela est vrai surtout des *Bl. pholis* de 10^{cm} à 15^{cm} de long et des *Bl. gattorugine;* les individus ayant de nombreux parasites sont rares.

» *H. bigemina* se présente, dans le sang frais, sous forme de vermicules libres ou endoglobulaires.

» Le parasite des Blennies est beaucoup plus petit que celui de la Sole; il ne mesure que 12$^{\mu}$ de long sur 1$^{\mu}$,5 à 2$^{\mu}$ de large; les deux Hématozoaires ont d'ailleurs, au point de vue de la forme et des mouvements, une grande analogie.

» La partie antérieure de *H. bigemina* est renflée, sa partie postérieure va en s'amincissant (forme en massue ou plutôt en virgule, car le grand axe du corps décrit presque toujours une courbe).

» Le parasite a, comme celui de la Sole, des mouvements de flexion et de redressement qui exagèrent ou diminuent la courbure ordinaire, et des mouvements de glissement. Nous avons observé, en outre, des ondes péristaltiques très allongées (la moitié

de la longueur du corps); ce dernier mouvement est difficile à constater et ne paraît pas fréquent.

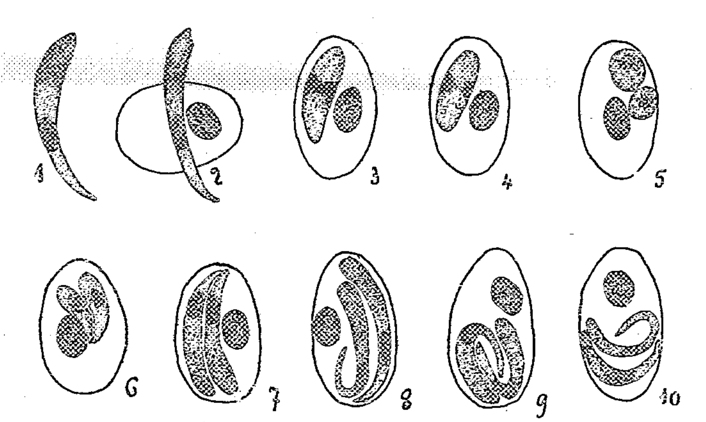
» Les mouvements de *H. bigemina* ont une grande analogie avec ceux de *H. ranarum;* comme ce dernier parasite, *H. bigemina* paraît souvent traverser de part en part des hématies.

» Le corps est assez réfringent, d'un aspect homogène, sans pigment ni granulations; le noyau n'est pas apparent à l'état frais.

» On constate facilement, en examinant le sang frais, qu'il existe souvent deux Hémogrégarines dans une même hématie; l'étude des préparations colorées explique cette particularité en montrant comment se fait la division.

» Sur les préparations de sang desséché en couche mince, fixé à l'alcool absolu et coloré par le procédé que nous préconisons (bleu Borrel-éosine, tannin), on distingue facilement dans chaque Hématozoaire, libre ou endoglobulaire, un noyau. Ce noyau, situé en général vers la partie moyenne, est ovalaire et contient des granulations de chromatine de différentes grosseurs (*fig.* 1). La *fig.* 2 représente une Hémogrégarine qui, au moment où le sang a été fixé, traversait probablement une hématie.

» Les formes de division sont toujours endoglobulaires. L'Hémogrégarine qui va se diviser prend une forme cylindrique (*fig.* 3) ou globuleuse, le noyau s'élargit, puis se divise (*fig.* 4), le protoplasme se divise à son tour et donne naissance à deux jeunes éléments arrondis (*fig.* 5) ou piriformes (*fig.* 6); ces éléments s'allongent et prennent le volume des Hémogrégarines adultes, tout en restant endoglobulaires pendant quelque temps. On s'explique ainsi pourquoi il est si commun de rencontrer, dans une même hématie, deux Hémogrégarines, et deux Hémogrégarines arrivées à la même période de développement.



Hæmogregarina bigemina. — 1. Parasite libre arrivé à son développement complet. — 2. Parasite fixé probablement au moment où il traversait une hématie. — 3. Parasite endoglobulaire, première phase de la division. — 4. Parasite endoglobulaire, division du noyau. — 5, 6. Hématies contenant deux jeunes parasites provenant de la bipartition d'une Hémogrégarine. — 7, 8, 9, 10. Hématies contenant chacune deux parasites. Gr. : 1800 D environ.

» Les Hémogrégarines sœurs sont souvent accolées (*fig.* 7), mais, lorsqu'elles ont atteint leur développement complet, elles peuvent présenter les rapports les plus

variés (*fig.* 8, 9, 10); tantôt les extrémités antérieures et postérieures des deux parasites se correspondent, tantôt le rapport est inverse. Il est probable qu'à cette période de leur évolution les Hémogrégarines ont une certaine mobilité à l'intérieur des hématies, d'où la diversité des rapports qu'elles présentent entre elles. Le noyau de l'hématie qui contient deux Hémogrégarines est souvent refoulé, mais l'hématie paraît très peu altérée.

» Il nous est arrivé une fois d'observer un commencement de division en quatre; c'est là une exception qui doit être très rare. Nous n'avons jamais vu d'hématie renfermant plus de deux Hémogrégarines bien développées.

» Dans les frottis de la rate, du foie et des reins, l'abondance des parasites est en rapport avec la quantité de sang du frottis.

» Il nous paraît évident que les parasites décrits ci-dessus doivent être classés dans le genre *Hæmogregarina;* cela ressort des analogies nombreuses qui existent entre les parasites de la Sole et des Blennies et les Hémogrégarines connues, *Hæmogregarina ranarum* notamment et *H. Stepanowi*. Il existe assurément des différences importantes entre les Hématozoaires qui sont classés dans le genre *Hæmogregarina* (¹) et il est très probable qu'il faudra scinder ce genre; mais, dans l'état de nos connaissances sur les parasites de ce groupe, une semblable opération serait, croyons-nous, prématurée. On risquerait d'augmenter la confusion en cherchant à la diminuer.

» Pour les Hémogrégarines de la Sole et des Blennies, comme pour toutes les autres Hémogrégarines, nous ignorons comment se fait l'infection. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'influence des variations de température sur l'évolution de la tuberculose expérimentale.* Note de MM. **Lannelongue, Achard** et **Gaillard.**

« Au cours de nos premières expériences sur le rôle du climat dans l'évolution de la tuberculose, notre attention avait été appelée sur les effets possibles des variations de température. Nous avions vu, notamment, sur un lot de cobayes placés dans la montagne, la mortalité s'élever rapidement au moment des premiers froids d'automne.

» Pour fixer d'une manière plus précise l'influence du froid sur l'évolution de la tuberculose expérimentale, nous avons institué deux séries d'expériences.

(¹) Nous parlons du genre *Hæmogregarina* tel qu'il a été défini par l'un de nous (*Société de Biologie*, 20 juillet 1901).

» Tout d'abord, trois lots, égaux en poids, de dix cobayes chacun ont été, comme dans nos recherches précédentes, inoculés en même temps dans la plèvre, le 19 octobre 1900, avec la même dose de virus. Le premier est resté à l'intérieur du laboratoire; le deuxième a été maintenu constamment en dehors, exposé à l'air jour et nuit; le troisième a été placé alternativement le jour en dehors et la nuit en dedans. De ces divers animaux, trois sont morts dans le premier lot, deux dans le second et quatre dans le troisième. Ce sont là des différences presque insignifiantes.

» Mais il convient de remarquer que les différences de température, relevées en dedans et en dehors du laboratoire, n'étaient pas considérables, car d'une part l'exposition à l'air avait lieu en dehors d'une fenêtre donnant sur une cour assez abritée, et d'autre part le séjour dans l'intérieur du laboratoire avait lieu dans une pièce dont les fenêtres étaient constamment ouvertes. Les plus grands écarts entre les minima de la température extérieure et de la température intérieure ont été seulement de 11° et 12° deux fois en janvier, de 10° deux fois en février et une fois en avril (1). Quant aux différences extrêmes de température qu'aient eu à subir en vingt-quatre heures les animaux alternativement placés dehors et dedans, elles ont atteint seulement en janvier deux fois 10° et deux fois 12°, en février une fois 10°, deux fois 11° et une fois 12°, enfin en avril cinq fois 10° et une fois 13°.

» Dans une autre expérience, nous avons cherché à exposer les animaux à des changements brusques de température.

» Pour cela, deux lots égaux de dix cobayes ont été inoculés dans des conditions identiques, le 30 avril 1901. L'un d'eux a été laissé à l'intérieur du laboratoire; l'autre a été placé environ neuf heures chaque jour dans une étuve à + 38° et le reste de la journée, comprenant toute la nuit, à l'air extérieur.

» Or ce dernier lot a présenté une forte mortalité et s'est trouvé complètement détruit dans l'espace de cent jours, le 8 août, tandis qu'à cette date le premier ne comptait qu'un seul mort.

» On pourrait objecter que le séjour des cobayes dans l'étuve n'agit pas seulement sur eux par la température, mais encore par le confinement et l'impureté de l'air qui s'y trouve renfermé, et l'on pourrait se demander si des animaux sains n'eussent pas également succombé à ces variations thermiques, si peu conformes aux conditions normales de la vie du cobaye. Aussi avons-nous eu soin de placer dans l'étuve un autre lot témoin de dix cobayes, égaux aux précédents et non inoculés.

» Dès les premiers jours de l'expérience, le 7 mai, nous nous aperçûmes que l'air se renouvelait insuffisamment dans l'étuve, car en quelques heures le lot inoculé perdit

---

(1) Le minimum de température a été atteint au dehors, pendant la nuit, les 6 et 7 janvier : il a été de — 8°.

un cobaye et le lot témoin deux cobayes. Aussi, dès ce moment, avons-nous établi dans l'étuve une circulation d'air.

» A partir de ce jour aucun des animaux du lot témoin n'a succombé, et successivement, en un peu plus de trois mois, le lot inoculé a perdu tous ses animaux.

» Par suite, l'action du confinement de l'air doit être écartée. De plus, il est manifeste que les changements de température étaient compatibles avec la survie des cobayes sains. C'est donc bien la tuberculose qui a tué les cobayes inoculés, accélérée par le fait de la diminution de résistance des animaux soumis aux variations thermiques.

» Il est à remarquer que l'expérience a été faite au printemps et en été, à une époque, par conséquent, où la température extérieure était toujours très douce. En effet, la température extérieure a eu pour minimum, la nuit, $+6^\circ$ dans les premiers jours de l'expérience, le 1er et le 10 mai. A partir du 21 mai, elle s'est toujours maintenue au-dessus de $+10^\circ$ et depuis le 22 juin au-dessus de $+14^\circ$. Par suite, on peut dire que les animaux n'ont jamais été exposés au froid, mais seulement à des alternatives brusques de température chaude et de température douce.

» L'écart entre la température de l'étuve et le minimum quotidien de la température extérieure a varié entre 13°, minimum observé le 21 juillet, et 32°, maximum constaté le 1er mai. La moyenne de cet écart a été de 23°. Il s'agit donc de différences de température beaucoup plus importantes que dans l'expérience précédente.

» En somme, ni le froid modéré, ni les variations légères de température n'ont eu d'influence marquée sur l'évolution de la tuberculose. Au contraire, les variations thermiques, brusques et considérables, quoique compatibles avec la vie des cobayes sains, ont précipité d'une façon remarquable la marche de l'infection. »

MÉCANIQUE. — *Des ondes qui peuvent persister en un fluide visqueux.* Note de M. P. **Duhem**.

« Nous disons qu'une surface S est *onde d'ordre n* pour la fonction $f(x, y, z, t)$, si la fonction et ses dérivées partielles jusqu'à l'ordre $(n-1)$ varient d'une manière continue en traversant la surface, tandis qu'une au moins des dérivées partielles d'ordre n est discontinue. Une surface de discontinuité pour la fonction f est une onde d'ordre O.

» Au sein d'un fluide visqueux en mouvement, peut-il subsister des ondes pour les six éléments du mouvement : u, v, w, ρ, Π, T? Nous avons

répondu négativement à cette question [1] en supposant l'onde assujettie à être *du même ordre* par rapport aux six éléments.

» On peut s'affranchir de cette restriction, et parvenir au théorème suivant :

» *En un fluide* visqueux, *qui est ou mauvais conducteur ou compressible, ou à la fois mauvais conducteur et compressible, on peut observer une onde d'ordre n par rapport à certains éléments du mouvement et d'ordre supérieur à n pour les autres. Les deux masses fluides que sépare une telle onde restent les mêmes pendant toute la durée du mouvement. Si le fluide est* incompressible et mauvais conducteur, *l'onde d'ordre n par rapport à* T *et à* Π *est d'ordre supérieur à n par rapport à u, v, w. Si le fluide est* compressible *et* bon conducteur, *l'onde d'ordre n par rapport à* ρ *et à* Π *est d'ordre supérieur à n pour* T, *u, v, w. Si le fluide est* compressible *et* mauvais conducteur, *l'onde d'ordre n par rapport à* ρ, *à* T *et à* Π, *est d'ordre supérieur à n pour u, v, w.*

» *Aucune onde n'est possible en un fluide* visqueux, incompressible *et* bon conducteur. »

ASTRONOMIE. — *Éléments elliptiques de la comète* 1900 *c.* Note de M. **Perrotin**.

« Cette comète, découverte le 20 décembre 1900, à l'observatoire Bischoffsheim, par M. Michel Giacobini, a pu être suivie, malgré son faible éclat, jusqu'au 11 février 1901.

» Son mouvement est elliptique et les éléments ci-dessous ont été calculés, par l'auteur de la découverte, au moyen de trois lieux normaux, basés sur l'ensemble des mesures obtenues dans divers observatoires.

Éléments.

Époque : 1901, janvier 17,5, temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} M &= 7^\circ.20'.19'',2 \\ \omega &= 171.19.27,1 \\ \Omega &= 196.36.12,3 \\ i &= 29.52.16,5 \\ \varphi &= 47.38.21,5 \end{aligned}\right\} \text{écliptique et équinoxe de 1901,0.}$$

$\log a = 0,553\,2274.$

» Durée de la révolution $= 6^a,758$.

---

[1] *Comptes rendus,* Séances du 18 février, du 11 mars, du 18 mars, du 22 avril et du 13 mai 1901, t. CXXXII, p. 393, 607, 658, 944 et 1163.

» Les observations individuelles sont représentées comme il suit :

		O. — C. cos δ Δα.	O. — C. Δδ.			O. — C. cos δ Δα.	O. — C. Δδ.
		s	"			s	"
1900. Déc.	24. Nice.........	−0,18	−0,9	1901. Janv.	12. Nice.........	−0,04	+1,8
	24. Lick.........	−0,12	−0,1		13. Lick.........	+0,09	−1,2
	25. Nice.........	+0,12	+1,0		14. Nice.........	−0,20	+0,6
	25. Besançon.....	+0,05	−1,2		15. Nice.........	+0,20	−3,2
	26. Nice.........	+0,05	+1,0		16. Nice.........	−0,28	−0,1
	26. Alger........	−0,02	+0,4		17. Nice.........	+0,12	+1,9
	26. Lick.........	0,00	−0,3		18. Heidelberg...	0,00	−1,5
	28. Lick.........	−0,21	−1,8		23. Strasbourg...	−0,01	+0,8
1901. Janv.	6. Nice.........	−0,06	+0,2	Fév.	9. Nice.........	−0,14	+0,4
	10. Heidelberg...	+0,26	−0,8		10. Nice.........	−0,09	−3,2
	11. Nice.........	−0,18	−0,9		11. Nice.........	−0,16	+0,7

» Ces éléments montrent que l'astre appartient, comme d'ailleurs la comète Giacobini de 1896, au groupe si curieux des comètes périodiques dont la capture peut être attribuée à Jupiter : son aphélie se trouve dirigé vers la même région du Ciel que celui de la planète et son orbite enveloppe celle de Jupiter, durant un arc héliocentrique de 36° d'amplitude environ, à une distance qui n'est pas inférieure, toutefois, aux $\frac{7}{10}$ de la distance moyenne de la Terre au Soleil.

» Il est vrai que le terme relatif au critérium de Tisserand (0,449) est sensiblement plus faible que ceux des autres comètes du groupe, ce qui peut provenir de la grande inclinaison de l'orbite, de sa forte excentricité et encore de l'incertitude du demi-grand axe; mais ce fait n'est pas isolé, car c'est aussi le cas de la comète Denning de 1881, comme l'a justement remarqué M. Schulhof dans le *Bulletin astronomique* de 1889.

» Quoi qu'il en soit, la comète semblerait, pour quelque temps du moins, à l'abri des fortes perturbations de Jupiter, et l'on pourrait espérer la revoir dans sept ans, à son prochain retour, s'il était bien prouvé que les comètes périodiques ne sont exposées à disparaître qu'en raison des seuls changements occasionnés dans les éléments de l'orbite, la distance périhélie notamment, par l'approche d'une grosse planète et si les instruments de large ouverture, dont les observateurs disposent depuis une vingtaine d'années, ne nous avaient appris que ces astres singuliers éprouvent souvent dans leur aspect, sous nos yeux mêmes, et dans des intervalles de temps relativement courts, d'importantes modifications et qu'ils sont parfois le siège de phénomènes de désagrégation dont les causes physiques nous échappent, mais dont l'action se trouve probablement

favorisée par la ténuité et la diffusion extrêmes de la matière dont les comètes sont formées. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, au choix de deux de ses Membres qui devront être désignés à M. le Ministre de la Guerre pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.

MM. **H. Poincaré** et **Haton de la Goupillière** réunissent la majorité des suffrages.

M. **A. Cornu** est adjoint à la Commission chargée de juger le concours du prix extraordinaire de six mille francs, destiné à récompenser les progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **G.-D. Spineanu** adresse diverses Notes relatives à la gastro-acidimétrie, au pouvoir digestif de la pepsine en présence des acides, et à l'action pharmacodynamique du chlorure d'acétyle.

(Commissaires : MM. Bouchard, Chauveau.)

M. **A. Bellanger** adresse un Mémoire sur un projet de ballon dirigeable.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales périodiques des équations différentielles binomes.* Note de M. **A. Davidoglou**, présentée par M. É. Picard.

« Je me propose, dans cette Note, de donner quelques théorèmes relativement aux intégrales réelles des équations différentielles de la forme

$$\frac{d^p y}{dx^p} = \varphi(x) y. \tag{1}$$

» Dans cette étude, la variable x prendra toutes les valeurs positives réelles, valeurs pour lesquelles la fonction réelle $\varphi(x)$ sera continue.

» Supposons que cette équation admet une solution périodique $y(x)$, c'est-à-dire qu'on peut écrire

$$y(a) = y(b), \qquad y'(a) = y'(b), \qquad \ldots, \qquad y^{(p)}(a) = y^{(p)}(b).$$

» Si l'on pose $b - a = 2\omega$, on devra donc avoir

$$\varphi(x + 2m\omega) = \varphi(x).$$

» Cela étant, si la fonction $\varphi(x)$ peut prendre, dans un intervalle 2ω, d'une manière arbitraire, des valeurs positives et négatives, il est bien difficile de donner des résultats généraux quant à la périodicité des intégrales; il y en aura quelques-uns dans un Mémoire qui paraîtra prochainement. Mais faisons la supposition suivante : $\varphi(x)$ garde, pour les valeurs positives de la variable x, constamment le même signe. Cela étant, le théorème que je démontre est que : *parmi toutes les équations* (1), *seules celles de la forme*

$$(2) \qquad \frac{d^{2m}y}{dx^{2m}} = \pm(-1)^m \varphi(x) y$$

peuvent admettre des solutions périodiques; on prendra dans le second membre le signe + ou le signe −, suivant que $\varphi(x)$ est $>$ ou $<$ que zéro.

» De plus, si $\varphi(x)$ est différente de zéro dans un intervalle 2ω, toute *intégrale périodique doit s'annuler dans cet intervalle,* de sorte qu'on peut se borner, dans la recherche de telles intégrales, à celles pour lesquelles $y(a) = y(b) = 0$.

» Ainsi, si la fonction $\varphi(x)$ est constamment positive, les plus simples équations binomes linéaires à solutions périodiques sont

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \varphi(x)y = 0,$$
$$\frac{d^4y}{dx^4} - \varphi(x)y = 0,$$

que l'on rencontre, respectivement, dans l'étude des vibrations des cordes et des verges élastiques.

» Que la fonction $\varphi(x)$, constamment positive ou constamment négative, soit périodique ou non, il existe des intégrales des équations (2) *non identiquement nulles* et pour lesquelles les éléments $y, y', \ldots, y^{(m)}$ s'annulent

en deux points de l'axe Ox. *Ce sont d'ailleurs les seules*. Ainsi, on sait (¹) que l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2}+\varphi(x)y=0$$

admet une intégrale s'annulant en α et β si pour cet intervalle $\beta-\alpha$ on a $c=1$. Donc, pour que cette même équation admette une solution périodique, il faut et il suffit que pour l'intervalle 2ω on ait $c=1$.

» Le théorème que nous avons énoncé pour les équations (2) s'étend aux équations de la forme

$$\frac{d^{2m}y}{dx^{2m}}=\pm(-1)^m\varphi[x,y,y',\ldots,y^{(2m)}],$$

la fonction $\varphi(\alpha,\beta,\gamma,\ldots)$ étant assujettie à garder le même signe quelles que soient la variable positive α et les variables réelles $\beta,\gamma,\ldots$.

» D'après ce que nous avons dit plus haut, les équations de la forme

$$\frac{d^{2m+1}y}{dx^{2m+1}}=\varphi(x)y,$$

$$\frac{d^{2m}y}{dx^{2m}}=\pm(-1)^{m+1}\varphi(x)y,$$

n'admettent point d'intégrale périodique. Supposons, pour fixer les idées, $\varphi(x)$ constamment *positive*. Cela étant au point de vue de l'oscillation des intégrales, on a le théorème suivant :

» *Toute intégrale de l'équation*

$$\frac{d^{2m+1}y}{dx^{2m+1}}+\varphi(x)y=0$$

qui a un des éléments $y, y', \ldots, y^{(2m+1)}$ *nul en un point de l'axe* Ox *est une* intégrale oscillante.

» M. Kneser (²) a déjà démontré que les équations

$$\frac{d^{2m}y}{dx^{2m}}+\varphi(x)y=0$$

n'admettaient que des solutions oscillantes. »

(¹) Picard, *Traité d'Analyse*, t. III, p. 118.

(²) *Math. Ann.*, t. XLII.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les points d'inversion des dilutions*. Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

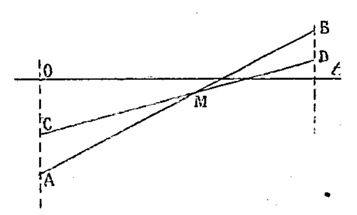
« De ce fait que la chaleur spécifique d'une dissolution n'est pas la moyenne des chaleurs spécifiques des constituants, il résulte que la chaleur de dissolution et la chaleur de combinaison sont variables au point que certaines chaleurs de dissolution changent de signe à une température déterminée. C'est ce que M. Berthelot a établi en calculant le point d'inversion d'après les chaleurs spécifiques, et en contrôlant ses calculs par des expériences directes faites sur des dissolutions de sulfate de soude et de carbonate de potasse. Pour la dissolution d'une molécule de sel marin dans 20 molécules d'eau, le calcul indique que le point d'inversion est voisin de 100°, et M. Berthelot a constaté directement qu'à 86° le refroidissement produit par la dissolution du sel est dix fois plus faible qu'à 15°. Les mêmes considérations s'étendent aux dilutions. Il y a plus :

» Amené par d'autres considérations à étudier les dissolutions salines au voisinage de 100°, non seulement j'ai pu vérifier l'exactitude des conceptions de M. Berthelot, mais en outre j'ai constaté l'existence d'une température à laquelle la chaleur de dilution d'une solution quelconque d'un sel est nulle en dehors de tout changement physique ou chimique. Par exemple, une solution aqueuse de sel marin ne donne lieu à aucune manifestation thermique vers 52° si on l'étend d'eau à la même température. Construisons en effet la courbe AB des chaleurs dégagées par la dissolution de 25^{gr} de sel marin dans un litre d'eau à diverses températures, ainsi que la courbe analogue CD relative à une dissolution trois fois plus concentrée : il suffit de porter les températures en abscisses et en ordonnées les chaleurs de dissolution dont voici quelques déterminations directes rapportées à 1^{gr} de sel :

Températures.	Solution à 25 pour 100.	Solution à 75 pour 100.
°	Cal	Cal
17,5	−21	−17,7
28,6	−15,8	−13,9
36,5	−12,5	−11,4
101	+10	+6,7

» Les courbes AB et CD coupent l'axe O*t* aux points 70° et 75° qui

sont les températures d'inversion prévues par M. Berthelot pour l'une et l'autre solution. De plus, les lignes AB et CD se coupent en un point M dont l'abscisse correspond à 52° environ. En ce point, les chaleurs de dissolution se confondent puis changent de signe : le point M = 52° est donc un point d'inversion.



» Il nous reste à montrer que le point M est commun à toutes les dissolutions de sel marin. Or la longueur AC représente la chaleur de dilution des deux dissolutions quelconques que nous avons étudiées; de plus, l'expérience m'a montré que pour toute dissolution intermédiaire, quelle que soit la température, la chaleur de dissolution (par suite celle de dilution) est elle-même intermédiaire; donc toutes les chaleurs de dilution changent de signe au point M.

» Je me suis demandé si ces points d'inversion subsistent encore quand le solvant n'est plus l'eau, mais un liquide sans action décomposante sur le sel dissous. En admettant que celui-ci soit partiellement dissocié au sein de l'eau, cette dissociation diminuerait en présence d'un excès de l'un ou de l'autre constituant du sel dissous (Na OH ou H Cl), et elle se traduirait par un moindre refroidissement de la dissolution. C'est bien ce que l'on constate en dissolvant le sel marin dans l'eau chargée d'acide chlorhydrique, mais non dans l'eau alcalinisée par la soude caustique Na OH. Cependant, malgré cette différence d'effet du dissolvant acide et du dissolvant alcalin, chaque solution possède encore un point d'inversion propre non seulement pour les dissolutions, mais encore pour les dilutions dans ces liquides complexes. Dans les deux cas le point d'inversion des dilutions s'élève :

Pour les solutions dans	H Cl	à 1 mol. par litre il est........	83°
»		à 2 mol. »	100
Pour les solutions dans	Na OH	à 1 mol. par litre il est........	80
»		à 2 mol. »	100,8

» Il semble même qu'une molécule de soude ajoutée à l'eau produise

exactement sur le point mort de dilution M l'effet d'une molécule d'acide chlorhydrique.

» Les chaleurs de dissolution à 100° ont été obtenues à l'aide d'un calorimètre en verre recouvert d'une feuille isolante d'amiante et placé dans une enceinte en coton chauffée vers 100°. Ce calorimètre complètement clos était traversé par un thermomètre en $\frac{1}{50}$ de degré, et par un tube muni d'une soupape dans lequel le sel est enfermé : par cet artifice le sel se met en équilibre de température avec l'eau du calorimètre avant l'ouverture de la soupape. On gradue l'appareil en comparant la perturbation apportée par la dissolution du sel avec la perturbation causée par une petite masse connue d'eau froide rapidement introduite dans le calorimètre par le tube à soupape. Ce sont les nombres trouvés, comparables entre eux, qui figurent au Tableau précédent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'urée sur l'acide pyruvique. Acide homoallantoïque et pyvurile.* Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. Henri Moissan.

« I. Dans son remarquable travail sur les uréides, Grimaux a montré que l'urée, en réagissant sur l'acide glyoxylique et sur l'acide pyruvique, fournissait l'allantoïne et son homologue l'homoallantoïne à laquelle il a donné le nom de *pyvurile*. Grimaux chauffait à 100° pendant plusieurs heures l'acide pyruvique et l'urée, lavait le produit formé avec de l'alcool bouillant et reprenait par l'eau chaude, dans laquelle le pyvurile cristallise par refroidissement.

» Cette réaction se produit en deux phases : dans la première, que Grimaux n'a pas aperçue, il se forme un composé acide que je désignerai sous le nom d'*acide homoallantoique*,

$$\begin{aligned} &CH^3 - CO - CO^2H + 2AzH^2 - CO - AzH^2 \\ &\quad = H^2O + \begin{matrix} CH^3 \\ CO^2H \end{matrix} \!\!>\! C \!<\!\! \begin{matrix} AzH - CO - AzH^2 \\ AzH - CO - AzH^2 \end{matrix}; \end{aligned}$$

dans la seconde phase il y a déshydratation interne entre le carboxyle et l'un des groupes aminés et le pyvurile de forme

$$\begin{aligned} &\qquad\qquad CH^3 - C - CO^2H \\ &AzH^2 - CO - AzH / \; \backslash AzH - CO - AzH^2 \\ &\quad = H^2O + \begin{matrix} CH^3 \\ AzH^2 - CO - AzH \end{matrix} \!\!>\! C \begin{matrix} \text{———————} CO \backslash \\ \backslash AzH - CO - AzH \end{matrix}. \end{aligned}$$

» II. En modifiant légèrement les conditions de la réaction, j'ai réussi à isoler le corps intermédiaire, et il est fort probable que l'acide allantoïque s'obtiendra de la même manière à partir de l'acide glyoxylique. La réaction est toute semblable à celle que j'ai indiquée récemment pour l'uréthane.

» *Mode opératoire.* — 1° On dissout l'urée (2 mol.) dans une petite quantité d'eau. Cette dissolution est accompagnée, comme on sait, d'un abaissement de température considérable; on ajoute ensuite l'acide pyruvique (1 mol.), ce qui provoque, au contraire, un échauffement très notable. Le liquide abandonné à lui-même laisse déposer au bout de quelque temps une masse solide, blanche, cristalline, cohérente, qu'on lave à l'alcool bouillant : c'est l'*acide homoallantoïque*. Les eaux mères évaporées dans le vide sec abandonnent un nouveau dépôt moins important : c'est le *pyvurile* de Grimaux.

» 2° On peut aussi dissoudre l'urée dans l'alcool bouillant et ajouter ensuite l'acide pyruvique. Par refroidissement la combinaison cristallise; on détermine, s'il y a lieu, la cristallisation au moyen d'un germe. Les eaux mères alcooliques évaporées laissent déposer également au bout de plusieurs jours une très petite quantité de pyvurile.

» Par l'une ou par l'autre de ces deux méthodes, le rendement est avantageux. L'acide homoallantoïque $CH^3 - C(AzH - CO - AzH^2)^2 - CO^2H$ est un corps solide blanc, microcristallin, insoluble dans l'alcool bouillant et d'une manière générale dans les solvants organiques. Il ne fond pas et se décompose vers 155°, alors que le pyvurile se décompose vers 215°-220°. C'est un acide qu'on peut titrer alcalimétriquement, tandis qu'à cet égard le pyvurile se comporte comme un corps neutre.

» Le sel de potassium $CH^3 - C(AzH - CO - AzH^2)^2 - CO^2K + H^2O$ s'obtient cristallisé en fines aiguilles feutrées, lorsqu'on précipite par l'alcool la solution de l'acide dans la potasse concentrée. Il est très soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool. La solution aqueuse traitée par un acide minéral laisse précipiter l'acide libre. Cette solution aqueuse ne précipite par aucun sel métallique, ce qui la distingue nettement de l'acide pyruvique.

» L'éther éthylique $CH^3 - C(AzH - CO - AzH^2)^2 - CO^2C^2H^5$ s'obtient directement par l'action de l'urée en solution alcoolique sur le pyruvate d'éthyle. C'est un corps blanc, microcristallin, se décomposant vers 195°-200° sans fondre, insoluble dans l'eau, l'alcool froid, peu soluble dans l'alcool bouillant.

» III. *Action de l'eau sur l'acide homoallantoïque.* — L'acide homoallantoïque est insoluble dans l'eau froide; cependant, maintenu au sein de l'eau, il semble s'y dissoudre; en réalité, il est alors dissocié en acide pyruvique et urée, comme le montrent les mesures cryoscopiques en solution aqueuse. Cette solution évaporée dans un dessiccateur à vide abandonne une masse solide blanche qui est un *mélange d'acide homoallantoïque et de pyvurile*. Dans l'eau chaude, l'acide homoallantoïque se dissout rapidement, mais c'est également à la faveur d'une décomposition : on peut mettre en évidence dans la liqueur la présence de l'urée (azotate d'urée) et celle de l'acide pyruvique (phénylhydrazone et coloration bleue avec le nitroprus-

siate et l'ammoniaque). D'ailleurs, par refroidissement de la solution chaude rien ne se dépose même au bout de vingt-quatre heures. Si l'on pousse assez loin la concentration à chaud de la solution, elle laisse déposer par refroidissement des cristaux de *pyvurile;* dans ces conditions, *la transformation de l'acide homoallantoïque en pyvurile est à peu près intégrale.*

» Ces observations rendent compte des particularités de la préparation :

» 1° L'absence de l'acide homoallantoïque dans la préparation de Grimaux;

» 2° La présence accessoire du pyvurile dans les miennes.

» Elles rendent compte également de la précipitation de l'urée sous forme d'azotate lorsqu'on dissout l'acide homoallantoïque dans l'acide nitrique, et aussi de ce fait que les propriétés de l'acide pyruvique, qui sont masquées dans l'acide homoallantoïque, reparaissent dès que celui-ci est en solution aqueuse non alcaline, particularité que ne présente d'ailleurs pas le pyvurile, qui est stable en solution aqueuse.

» IV. D'après ce qui précède, on voit que l'urée agit sur l'acide pyruvique ou sur son éther à la manière de l'uréthane : deux molécules interviennent avec une molécule d'acide et il s'élimine une molécule d'eau.

» D'autre part, on sait que la phénylhydrazine, comme d'ailleurs l'hydroxylamine, l'aniline, etc., se comporte différemment : l'oxygène cétonique s'élimine avec deux atomes d'hydrogène pris à une seule molécule de l'alcali :

$$CH^3 - CO - CO^2H + AzH^2 - AzH - C^6H^5$$
$$= H^2O + \begin{matrix} CH^3 \\ CO^2H \end{matrix}\!\!>\!C = Az - AzH \,.\, C^6H^5.$$

» On pouvait se demander comment se comporterait vis-à-vis de l'acide pyruvique ou de son éther la semi-carbazide $AzH^2 - CO - AzH - AzH^2$ qui peut être considérée comme un dérivé de l'urée (amino-urée) ou comme un dérivé de l'hydrazine.

» En traitant une solution aqueuse de chlorhydrate de semi-carbazide et d'acétate de sodium par l'acide pyruvique ou par le pyruvate d'éthyle, on obtient sans difficulté des combinaisons analogues, par leur constitution, avec les hydrazines.

» L'éther $\begin{matrix} CH^3 \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix}\!\!>\!C = Az - AzH - CO - AzH^2$ est un corps blanc cristallin fondant vers 204°-205° en manifestant un commencement de décomposition, identique par ses propriétés avec la combinaison obtenue déjà, mais par une tout autre voie, par J. Thiele et J. Bailey (*Ann. der Chemie,* t. CCCIII, p. 87).

» L'acide correspondant se décompose, sans fondre, à une température voisine de 200°.

» La semi-carbazide se comporte donc à cet égard plutôt comme une hydrazine substituée que comme un dérivé aminé de l'urée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivé nitrique de la pentaérythrite.* Note de MM. **Léo Vignon** et **F. Gerin**.

« Nous avons montré, dans une Communication précédente [1], que les éthers nitriques dérivant des alcools d'une certaine atomicité réduisaient la liqueur cupropotassique.

» Ce pouvoir réducteur, nul pour la trinitroglycérine, est sensible pour la tétranitroérythrite, très fort pour l'hexa et la pentanitromannite et l'hexanitrodulcite.

» Pour établir la théorie de ces phénomènes il était particulièrement intéressant d'étudier les dérivés nitrés de la pentaérythrite (diméthylolpropanediol)

$$\begin{array}{c} CH^2.OH \\ | \\ CH^2\,OH - C - CH^2.OH \\ | \\ CH^2 - OH \end{array}$$

» *Préparation de la pentaérythrite.* — Un mélange formé de 9^{lit} d'eau, 600^{gr} de formaldéhyde à 33 pour 100, 65^{gr} d'aldéhyde éthylique bouillant à 21°, et 160^{gr} de chaux en lait, a été abandonné à la température ordinaire; au bout de quinze jours, la masse, jusque-là incolore, est devenue jaune clair; cette coloration a augmenté jusqu'à la fin de l'opération.

» Après un mois, la chaux a été neutralisée exactement par l'acide oxalique; la liqueur provenant du mélange filtré a été évaporée jusqu'à consistance de sirop : on a obtenu 108^{gr} de cristaux brun clair, qui ont été dissous dans l'alcool; la solution décolorée par le noir animal a fourni 98^{gr} de pentaérythrite fondant à 253°.

» Ce corps ne possède aucune action réductrice sur la liqueur cupropotassique.

» *Préparation de la tétranitropentaérythrite.* — Nous avons employé la méthode ordinaire (dissolution de la pentaérythrite dans l'acide nitrique fumant refroidi, addition d'acide sulfurique). Le dérivé nitré a été cristallisé plusieurs fois dans l'acétone, qui le dissout facilement; des précipitations fractionnées de la solution acétonique par l'alcool ont toujours donné un produit fondant à 138°-140°, ce qui indique la présence d'un seul dérivé.

» *Propriétés.* — On obtient la tétranitropentaérythrite en prismes incolores fondant à 138°-140°, peu solubles dans l'alcool et l'éther.

---

(1) *Comptes rendus*, 7 octobre 1901.

» Ce corps déflagre par un chauffage brusque, il détone difficilement sous le choc.

» Le dosage de l'azote par la méthode Dumas a donné :

	I.	II.
	17,69	17,8
Calculé pour $C \equiv (CH^2AzO^3)^4$		17,72

» L'action du chlorure ferreux, de l'ammoniaque aqueuse, de l'ammoniaque alcoolique, du sulfure d'ammonium, n'a pas régénéré de pentaérythrite, mais toujours le composé initial, qui présente une grande résistance aux agents réducteurs.

» La détermination du poids moléculaire par la méthode cryoscopique dans l'acide acétique rectifié sur l'acétate de sodium sec et bouillant à 117°-118° a donné (appareil Beckmann) :

	A.	B.
Acide acétique dans le tube cryoscopique	16,630	15,800
Poids de substance	0,115	0,223
Température de congélation avant addition de substance ..	16,44	16,39
» après » ..	16,35	16,22
Différence	0,09	0,17

» D'après la formule

$$M = \frac{100\,pT}{la}$$

On trouve pour l'expérience A	$M = 300$
» » B	$M = 317$
Moyenne 313 calculée pour $C(CH^2AzO^3)^4$	$M = 316$

» Ce corps *ne présente aucune action* sur la liqueur cupropotassique.

» *Conclusions*. — Nous devons déduire de ces expériences :

» 1° Que les dérivés nitrés des alcools à chaîne ouverte dont l'atomicité est égale ou supérieure à 4 manifestent des propriétés réductrices par rapport à la liqueur cupropotassique.

» Exemple : le dérivé tétranitré de l'érythrite

$$(AzO^3)CH^2 - CH(AzO^3) - CH(AzO^3) - CH^2(AzO^3),$$

les dérivés nitrés de la dulcite (hexa) et de la mannite (penta et hexa), à l'exclusion des dérivés nitrés des alcools méthylique, éthylique, du glycol et de la glycérine.

» 2° Que le dérivé tétranitré de la pentaérythrite

$$\begin{array}{c} CH^2 - AzO^3 \\ | \\ AzO^3 - CH^2 - C - CH^2 - AzO^3 \\ | \\ CH^2 - AzO^3 \end{array}$$

est dénué de toute propriété réductrice.

» On doit donc admettre que certains éthers nitriques ont une constitution spéciale, que nous nous proposons d'établir dans une prochaine Communication. »

ZOOLOGIE. — *Sur la phase libre du cycle évolutif des Orthonectides.* Note de MM. M. CAULLERY et F. MESNIL, présentée par M. Alfred Giard.

« Les recherches que nous avons entreprises, depuis trois ans, sur le groupe des Orthonectides, nous ont amenés, entre autres conclusions, à une conception nouvelle du cycle évolutif de ces parasites. On sait que les Orthonectides se rencontrent dans leurs hôtes, à l'état d'individus sexués, à divers stades du développement, inclus dans des masses appelées par Giard *sporocystes* et, par Metchnikoff, *sacs plasmodiaux*, et regardées jusqu'ici comme le corps transformé d'une femelle. On imaginait que les embryons résultaient, soit de l'évolution directe des ovules de la femelle transformée, soit d'éléments issus de la paroi du sporocyste (*spores* de Giard). Nous avons été conduits à voir, comme Giard, dans les sacs plasmodiaux, des organismes indépendants doués d'une vie autonome, chez lesquels nous avons pu constater des mouvements amœboïdes; nous leur avons trouvé une structure plasmodiale, au sens propre du mot, c'est-à-dire qu'ils sont constitués par une masse protoplasmique, au sein de laquelle existent et se multiplient de nombreux noyaux. Les embryons proviennent de quelques-uns de ceux-ci transformés en *cellules-germes*. Dans le cycle évolutif, il y avait une lacune entre la femelle adulte et le sac plasmodial. Nous avons montré, dans un Mémoire actuellement sous presse (*Archives d'Anatomie microscopique*), qu'il fallait supposer une phase libre dans l'existence des Orthonectides, phase pendant laquelle s'effectuait la fécondation de la femelle par le mâle, et que sans doute les œufs évoluaient en embryons libres qui, à leur tour, parasitaient l'hôte nouveau, sous forme de *plasmodes*. Le cycle évolutif d'un Orthonectide devait donc se composer, suivant nous, de deux parties ou, si l'on veut, de deux générations alternant régulièrement : 1° le sporocyste ou phase plasmodiale, parasite, produisant les mâles et les femelles ; 2° une phase libre, asexuée, représentée sans doute par des embryons devenant les plasmodes après pénétration dans l'hôte.

» Nous venons de réussir à vérifier ces idées d'une façon décisive sur l'espèce d'Orthonectides le plus anciennement connue, *Rhopalura ophiocomæ*, parasite d'une Ophiure (*Amphiura squammata*).

» Durant un séjour tout récent au laboratoire de Wimereux, nous avons placé, dans de petits cristallisoirs, des Ophiures parasitées d'Orthonectides des deux sexes. Nous y avons joint des Ophiures jeunes, de la taille où se produit l'infection, dans l'espoir de les contaminer et d'observer les débuts du phénomène. Dans les deux jours qui suivent le commencement de l'expérience, on trouve, en assez grand nombre, des Orthonectides nageant librement dans l'eau, d'un mouvement rectiligne rapide; ce fait démontre, en particulier, que les Orthonectides, lorsqu'ils sortent naturellement, à maturité, de leur hôte, sont parfaitement en état de supporter l'eau de mer.

» Une de ces femelles, fixée au bout de quarante-huit heures et coupée au microtome, nous a offert les faits suivants : L'ectoderme était parfaitement intact et entièrement couvert de cils vibratiles. A l'intérieur, *au lieu d'ovules, on avait des embryons,* tous au même stade, approximativement celui de morula pleine, à cellules égales; on distingue parfaitement les noyaux de ces cellules; dans certains embryons, elles étaient en karyokinèse. Ces embryons ont un aspect tout différent de ceux que l'on observe dans les sacs plasmodiaux. Il n'y a donc aucun doute. Les femelles de *Rhopalura ophiocomæ* sont fécondées pendant leur vie libre et leurs ovules se développent à leur intérieur; elles sont *vivipares.* Les spermatozoïdes pénètrent très probablement par un orifice que nous avons découvert sur les femelles considérées par nous comme adultes (*femelles aplaties* de Julin). Arrivés à un certain stade, les embryons doivent sortir de la femelle et pénétrer dans une Ophiure; ce sont évidemment eux qui produisent les plasmodes.

» Le temps nous a manqué pour compléter ces premiers résultats et nous n'aurons probablement pas, avant assez longtemps, la possibilité de refaire l'expérience. Pour le moment, nous nous contentons donc de signaler les conditions de formation de ces embryons, dont l'existence confirme, d'une façon formelle, les idées nouvelles que nous avons émises sur le cycle évolutif des Orthonectides. L'Orthonectide cilié apparaît tout naturellement comme un organisme adapté à la vie libre, le plasmode comme un appareil en rapport avec le parasitisme interne. »

ZOOLOGIE. — *Les intoxications marines et la vie fouisseuse.* Note de M. G. **Bohn**, présentée par M. Alfred Giard.

« J'ai reconnu précédemment [1] que l'eau de mer où ont séjourné des Algues rouges (*Lithothamnium* en particulier) est très toxique (alcaline), tandis que celle qui a filtré à travers le sable ne l'est pas. Les animaux fouisseurs devraient donc avoir le double avantage de la protection mécanique et de la protection chimique. Mais, en réalité, la question est plus complexe, comme j'ai pu m'en convaincre cet été par des recherches poursuivies au laboratoire maritime de Wimereux.

---

[1] *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 5 novembre 1898 et 4 novembre 1899.

» CRUSTACÉS. — En effet, chez les Crustacés fouisseurs, par exemple, le courant respiratoire subit un renversement; l'animal qui évite ainsi l'ensablement des branchies, aspire l'eau venant de la surface, et est menacé de faire pénétrer dans la chambre branchiale, avec ses propres produits d'excrétion, les substances toxiques émises par les Algues; toutefois, il évite en partie cette double intoxication, en disposant ses appendices antérieurs de manière que les courants d'entrée filtrent à travers le sable, et en revenant au courant direct dès que les poisons extérieurs ou les produits d'excrétion arrivent au contact des branchies, qui jouent ainsi le rôle d'*organes avertisseurs*.

» ANNÉLIDES. — Certains Annélides pénètrent dans le sable d'une façon passagère. *Nerine cirratulus* s'y insinue par un mouvement serpentin, agglutinant par sa sécrétion visqueuse les particules arénacées; dans le tube temporaire ainsi formé, l'eau circule activement (comme chez les Hermelles) sous l'impulsion des cils qui garnissent des appendices vasculaires dorsaux, les branchies.

» D'autres Annélides sont modifiés plus profondément par une vie à la fois fouisseuse et sédentaire : ce sont les Arénicoles et les Pectinaires.

» L'*Arenicola marina* est divisée en trois régions : 1° une région antérieure à segments séparés par des dissépiments, à parois fortement musculaires; 2° une région moyenne, à cavité générale commune, dont les parois minces et richement vascularisées (branchies) présentent des faisceaux de soies dorsaux et des bandes sétigères ventrales; 3° une région postérieure, étroite et contractile, où les dissépiments réapparaissent.

» J'ai déterminé la position du ver dans le sable et le rôle de chacune de ces régions; les faits que je vais indiquer brièvement, et qui sont en désaccord avec le peu que l'on a signalé sur la biologie de cet animal, sont indispensables pour se rendre compte des diverses actions toxiques agissantes.

» 1° *Situation dans le sable.* — L'Arénicole, en général, n'occupe pas un tube en U, comme on a l'habitude de le dire; à la fin d'août, dans le sable de la plage de Wimereux, le ver creuse une galerie verticale profonde d'au moins $0^{m},50$ et continue à y séjourner la tête en bas (Gamble et Ashworth ont décrit une semblable disposition pour les seules Arénicoles de la zone des Laminaires, mais leur dire a été contesté par Fauvel). Parfois l'animal s'engage dans des galeries sinueuses horizontales partant du puits central, le plus souvent sans autre communication avec l'extérieur;

» 2° *Segments antérieurs; enfouissement.* — L'Annélide s'enfouit et progresse dans le sable par le seul jeu des anneaux antérieurs; la trompe ne cesse de fonctionner pendant l'enfouissement; la région antérieure du corps sectionnée a pu pénétrer assez

avant dans le sable, ce qui montre bien que l'extroversion de la trompe ne résulte pas ici de l'afflux en avant du liquide cavitaire.

» 3° *Segments moyens; circulation des liquides interne et externe.* — Les anneaux de la région moyenne sont entraînés *passivement* lors de la progression de l'animal, mais chacun d'eux subit périodiquement une dilatation *active* qui attire vers lui le liquide cavitaire; le bourrelet qui se forme ainsi se propage d'anneau en anneau, régulièrement, dans un sens ou dans l'autre, sur une totalité ou une partie de la région moyenne du corps. Il en résulte : *a*. Le brassage de la lymphe à l'intérieur de la cavité générale; *b*. Un courant d'eau, *direct* ou *inverse*, autour du ver, le bourrelet qui progresse dans la galerie jouant le rôle d'un piston à l'intérieur d'un corps de pompe.

» 4° *Segments postérieurs; nettoyage.* — La région caudale est douée d'une mobilité et d'une sensibilité extrêmes; détachée du corps, elle continue à vivre un temps assez long; elle semble avoir pour but d'agglutiner le sable autour de l'orifice de la galerie, de façon à empêcher celle-ci de se combler. (Chez les Hermelles, le même appendice, très grêle, en agglutinant les grains de sable, nettoie les parapodes et la gouttière par laquelle l'eau s'engage.)

» L'Arénicole, placée dans sa galerie verticale, se comporte exactement comme une Pectinaire dans son tube; au moyen des dilatations actives et successives des divers anneaux de la région moyenne, elle brasse (comme chez les Géphyriens) la lymphe qui distend le corps, et fait, soit monter l'eau dans la galerie (courant inverse), soit descendre cette eau (courant direct).

» Lors de l'émersion, le courant est, en général, inverse ou nul (périodes de repos); lors de l'immersion, il est le plus souvent direct : les produits d'excrétion qui s'échappent par l'avant du corps ne passent pas sur les branchies et sont absorbés par le sable; pour échapper à l'intoxication externe alcaline, l'Annélide emploie divers moyens : à l'entrée, l'eau passe sur les excréments acides, et sort le long de la région moyenne à travers des filtres formés par les parapodes dorsaux (dépourvus de tout rôle locomoteur), dont les *soies épineuses* accrochent les grains de sable. Les branchies sont d'ailleurs d'une excessive sensibilité à l'égard des poisons marins; dès qu'elles sont impressionnées, l'animal se déplace ou change le sens de l'onde musculaire.

» Malgré tout, à la fin d'août, des troubles circulatoires se produisent au niveau des branchies et des téguments et indiquent que l'intoxication automnale que j'ai signalée agit sur les Vers comme sur les Crustacés; celle-ci entraîne des modifications importantes qui accompagnent la maturité sexuelle.

» Il se produit des accumulations leucocytaires autour des vaisseaux

qui aboutissent aux branchies; ces organes disparaissent parfois par phagocytose; le plus souvent, des perforations tégumentaires se font dans le voisinage des parapodes ou des orifices néphridiens.

» Une des conséquences de ces phénomènes histolytiques est la sortie des œufs, trop gros pour s'échapper par les néphridies non modifiées (Willem); ce phénomène est à rapprocher de ceux que M. Giard a décrits sous le nom d'*exotokie matricide*; est-il normal ou bien n'est-il qu'un accident au cours d'une métamorphose commençante (épitokie)?

» C'est ce que je me propose d'examiner prochainement en décrivant dans le détail les phénomènes *histolytiques* que présentent certains Annélides à l'automne, et en précisant les causes, toutes chimiques, qui influent sur eux. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les roches éruptives du Tilai-Kamen (Oural).* Note de MM. L. **Duparc** et F. **Pearce**, transmise par M. Fouqué.

« La montagne de Tilaï forme une chaîne importante, située sensiblement au nord du Koswinsky, et séparée de cette montagne par une série de petits dômes rocheux, alignés est-ouest, qui constituent le Katechersky. Cette chaîne paraît fort étendue; ses deux sommets principaux, situés dans l'extrémité sud-ouest, ne dépassent certainement pas 1600^{m}; ils sont flanqués par un contrefort rocheux, très marqué dans la topographie, qui est raviné en forme d'entonnoir par les sources d'une petite rivière nommée Garewaïa. Ce contrefort s'efface assez rapidement et disparaît sur le flanc occidental de la chaîne. Les deux sommets principaux, ainsi que le contrefort en question, sont constitués par des pyroxénites et des gabbros à olivine, étroitement liés à la koswite du Koswinsky; ces mêmes roches se retrouvent dans toute la partie occidentale de la chaîne que nous avons explorée. L'épaulement rocheux, de sa base jusqu'au col qui le sépare du sommet principal, est constitué par des pyroxénites à olivine, de couleur noirâtre, à grain fin, formées par un pyroxène de la série diopside-augite prépondérant, associé à de l'olivine et à de la magnétite idiomorphe rare. La structure est holocristalline grenue, dans certains cas presque micro-grenue; les cristaux de pyroxène et aussi d'olivine sont alors disséminés dans une masse micro-cristalline à éléments identiques. A une faible distance du col, le passage des pyroxénites aux gabbros à olivine qui forment les deux principaux sommets se fait par une série

alternante de pyroxénites et gabbros relativement très feldspathiques, qui se succèdent sans transition.

» Le gabbro à olivine du Tilaï, qui apparaît dès les premières pentes audessus du col, possède un facies très uniforme. C'est une roche mélanocrate, à grain relativement fin, beaucoup moins feldspathique que les variétés de transition précédemment indiquées. Il est caractérisé par le développement de certains cristaux de pyroxène, qui lui communiquent un aspect quasi porphyrique.

» Au microscope, les pyroxènes forment l'élément prédominant. Ceux-ci sont assez variés, le type le plus fréquent s'éteint généralement à 42° sur $g^1 = 010$, la bissectrice est positive, l'angle des axes $2V = 52°$, les biréfringences $ng - np = 0,0226$ et $ng - nm = 0,0155$ ([1]). Une partie de ces caractères optiques rattachent la variété au *diallage*, une autre (les biréfringences notamment) à l'*augite*. On trouve souvent aussi, réunis dans une même coupe, des pyroxènes notoirement différents, avec les caractères suivants : $ng = np = 0,0289$, $\alpha = 44°$ et $ng - np = 0,0184$ et $\alpha = 42°$. La même préparation montre deux espèces de sections normales à la bissectrice obtuse, les unes donnent $ng - nm = 0,016$ et les autres $ng - nm = 0,022$; de même, il y a deux valeurs distinctes pour l'angle des axes optiques, l'une oscille autour de 52°, l'autre de 60°. Ces caractères coïncident avec ceux d'un *diopside* (variété hédenbergite) et d'une *augite* de faible biréfringence. Dans d'autres préparations, on trouve de même du *diallage*, de l'*augite* et d'autres pyroxènes intermédiaires. Les différents pyroxènes sont fréquemment saturés d'inclusions lamellaires selon ph^1 et g^1.

» L'*olivine* est toujours réduite; elle est quantitativement assez variable, son abondance paraît liée à celle de la *magnétite*. Ce dernier minéral peut complètement manquer ou, par contre, devenir assez fréquent; dans ce cas, il se développe en plages sidéronitiques, fréquemment frangées de *mica rouge* brun très polychroïque, qui dans certaines variétés peut devenir exceptionnellement abondant. Les *plagioclases* sont ordinairement en petite quantité, l'*anorthite* est le terme le plus fréquent, on trouve cependant des *labradors* basiques, voire même le labrador $Al_1 An_1$. Tandis que chez les variétés mélanocrates les feldspaths sont très frais, ils sont toujours kaolinisés chez celles qui sont relativement riches en ces éléments.

([1]) Les mesures des biréfringences sont faites au comparateur, l'angle des axes est mesuré directement; les extinctions sont mesurées à l'oculaire Bertrand.

» La structure est toujours holocristalline, grenue; le plagioclase est uniformément réparti parmi les autres éléments; chez les variétés sidéronitiques cependant, il est localisé dans des cryptes.

» Toutes ces roches présentent des phénomènes dynamiques intenses qui, sans doute, sont l'origine de leur disposition, et qui communiquent à certaines d'entre elles une structure microscopique bréchiforme.

» Les pyroxénites et gabbros du Tilaï sont percés par divers filons. Dans les premiers, on trouve de nombreux filons de clunite constitués par de l'olivine jointe à très peu de magnétite; ces roches sont absolument analogues à celles du Koswinsky; dans les gabbros on trouve des filons d'une roche noire, finement grenue, que nous considérons comme des gabbro-aplites. Celles-ci sont formées par une association grenue à éléments isométriques de *pyroxène* dominant, d'*olivine* rare, de *magnétite* abondante, et de *plagioclases* entièrement kaolinisés; la magnétite y est sidéronitique, et soude les pyroxènes. Les analyses ci-jointes montrent le caractère chimique des gabbros à olivine; les variations rencontrées dans les quantités respectives de CaO de MgO et d'oxydes de fer traduisent fort bien la variabilité des pyroxènes et le développement plus ou moins grand de la magnétite.

	Nº 162.	Nº 163 *b*.	Nº 167.	Nº 169.
SiO^2	46,56	46,85	45,74	45,53
Al^2O^3 / Cr^2O^3 (¹)	11,38	9,10	5,21	9,16
Fe^2O^3	1,90	3,43	6,91	4,86
FeO	6,52	8,75	8,33	9,34
MnO	traces	»	»	»
CaO	17,10	15,52	12,80	15,04
MgO	15,78	18,00	21,63	15,58
K^2O	0,44	0,19	0,13	0,20
Na^2O	0,90	0,76	1,02	0,87
Perte au feu	0,50	0,15	0,09	0,88
	101,08	102,75	101,86	101,46

» Le nº 162 est pauvre en olivine et ne renferme presque pas de magnétite, les nºs 163 et 169 renferment de la magnétite sidéronitique, de même que le nº 167 qui est de plus riche en olivine. »

(¹) Le chrome qui existe en très petites quantités n'a pas été séparé.

CHIMIE ANIMALE. — *Sur une substance colorante verte extraite du sang des animaux empoisonnés par la phénylhydrazine.* Note de M. **Louis Lewin**, présentée par M. Brouardel.

« Quand on empoisonne des animaux, à sang chaud ou à sang froid, avec $0^{gr},05$ à $0^{gr},50$ de phénylhydrazine, ou de son chlorhydrate, leur sang prend l'aspect d'une émulsion et paraît brun rouge en couches épaisses, vert en couches minces. Comme conséquence, les muscles épais prennent une coloration brun rouge, tandis que les muscles minces, tels que les pectoraux, paraissent verts.

» On ne réussit pas à extraire directement cette matière colorante verte du sang des animaux morts. Lorsqu'on le chauffe avec des acides minéraux, surtout avec l'acide azotique dilué, le sang coagulé devient vert. La masse verte ainsi obtenue ressemble à de la chlorophylle et ne saurait guère être distinguée d'avec des épinards bouillis. Cette coloration verte devient d'autant plus intense que l'intervalle écoulé entre le début de l'empoisonnement et la mort a été plus considérable.

» La substance verte, pour laquelle je propose le nom de *hémoverdine*, n'est pas, d'après nos connaissances chimiques actuelles, un produit de réaction entre la phénylhydrazine ou l'un de ses dérivés et l'acide employé, mais plutôt un produit de métamorphose de l'hémoglobine. La seule substance connue qui pourrait en être rapprochée est celle que M. E. Fischer a obtenue comme produit de réaction entre l'aldéhyde éthylique et la phénylhydrazine, en chauffant ces deux corps et ajoutant de l'acide chlorhydrique concentré.

» Mais la substance verte qui résulte de cette réaction n'est pas identique avec l'hémoverdine, ainsi que M. Fischer a eu lui-même l'obligeance de le constater.

» Outre les différences purement chimiques existant entre ces deux produits, leur distinction ressort encore de la différence de leurs apparences spectroscopiques. Cependant, même s'il s'agissait d'un semblable produit et non d'un produit de métamorphose de l'hémoglobine, il ne serait pas moins intéressant de poursuivre l'étude de l'hémoverdine, car l'autre substance colorante verte ne se forme que par la réaction de la phénylhydrazine sur l'aldéhyde libre, et le sang des animaux empoisonnés n'en renferme pas : il m'a, du moins, été impossible d'en retrouver même des traces.

» En poursuivant cette étude, j'ai constaté que, lorsqu'on ajoute de la phénylhydrazine à de l'albumine d'œufs et que l'on chauffe ensuite la masse coagulée avec de

l'acide chlorhydrique concentré, le liquide prend finalement une coloration vert jaunâtre. Pour des raisons d'ordre chimique et spectroscopique, la matière colorante ainsi formée n'est pas plus identique avec l'hémoverdine que la matière colorante de M. Fischer.

» On n'obtient de petites quantités d'hémoverdine qu'après plusieurs heures de contact lorsqu'on mélange du sang défibriné avec de la phénylhydrazine. On ne peut s'en procurer de cette façon ni aussi rapidement, ni en aussi grande quantité que par l'intermédiaire de l'organisme des animaux empoisonnés. L'intoxication des grenouilles, des lapins, des cobayes ou des pigeons soit avec l'*aniline*, soit avec le *paramidophénol*, soit avec le *diazobenzol*, soit avec le *sulfate* ou *l'hydrate d'hydrazine*, ne détermine pas la production d'hémoverdine.

» Le procédé suivant permet de séparer l'hémoverdine de l'albumine du sang coagulé, qui la retient avec une assez grande énergie.

» On fait dessécher la masse verte, à l'air et sur des plaques poreuses; puis on l'épuise avec de l'alcool ou de la paraldéhyde. On la purifie en reprenant par de la paraldéhyde pure le résidu d'évaporation de l'alcool ayant servi à l'épuisement, laissant reposer pendant vingt-quatre heures et décantant la solution paraldéhydique verte qui surnage un liquide brun contenant les impuretés.

» L'hémoverdine est également soluble dans l'acétone, un peu dans l'éther, mais insoluble dans le chloroforme. Les solutions sont dichroïques, vertes en couches minces, brun rougeâtre en couches épaisses. Les solutions abandonnent une masse verte, amorphe, par évaporation à l'air libre. L'évaporation à la température du bain-marie fournit un résidu brun jaunâtre.

» Le spectre de l'hémoverdine et celui du sang des animaux empoisonnés avec la phénylhydrazine ne sont pas tout à fait identiques, à cause de la présence dans le sang de l'hémoglobine inaltérée, ainsi que de produits de sa métamorphose autres que l'hémoverdine. Il y a néanmoins une bande d'absorption commune aux deux spectres et caractéristique. Elle est située dans la région jaune du spectre, dans le voisinage immédiat de la raie D de Fraunhofer et notablement plus large que la bande correspondante de l'oxyhémoglobine. Deux autres bandes, beaucoup plus étroites, situées dans la région orangée du spectre, caractérisent encore le spectre de l'hémoverdine; elles séparent en trois plages sensiblement égales l'espace compris entre les raies C et D. Ces deux bandes se distinguent encore, quoique un peu confusément, dans le spectre du sang des animaux empoisonnés. Enfin, une troisième bande, perceptible seulement dans le spectre de l'hémoverdine, est située à droite de la bande principale, à peu près au milieu de l'espace qui sépare les raies D et E.

» En définitive, quatre bandes caractérisent le spectre de l'hémoverdine : la première, située dans la région orangée, environ au tiers de la distance séparant les raies C et D; la seconde, située à la limite de l'orangé et du jaune, environ aux deux tiers de la distance séparant les raies C et D; la troisième, la plus importante, dans la région jaune, commence à la raie D et s'étend à droite; la quatrième, dans le vert, à peu près à la moitié de la distance séparant les raies D et E. L'espace compris entre la bande principale et celles qui l'accompagnent à droite et à gauche est manifestement estompé et la lumière à peu près complètement absorbée à partir de la région bleue.

» Ce spectre diffère donc absolument de celui de l'hémoglobine et de ses produits de transformation actuellement connus, ainsi que de ceux de la chlorophylle et des pigments biliaires dont on a depuis longtemps cherché les relations avec l'hémoglobine. »

PATHOLOGIE. — *Le microphyte de la Piedra*. Note de M. **P.-S. de Magalhaês**, présentée par M. Bouchard.

« Il y a vingt-trois ans, Vulpian présenta à l'Académie des Sciences, le 11 juillet 1878, une Note du Dr E. Desenne, sur la Piedra : *nouvelle espèce d'affection parasitaire des cheveux*. C'était la première fois que les productions microphytiques constituant les nodosités de cette altération pathologique des cheveux étaient l'objet d'une analyse microscopique scientifique.

» Depuis cette époque, Malcolm Morris en Angleterre (1879), Juhel-Renoy et J. Lion à Paris (1890), Behrend à Berlin (1890), complétèrent la description de la Piedra. Mais auparavant, en 1876 et 1888, deux médecins colombiens, N. Osorio, de Bogota, et Posada Arango, de Médellin, avaient donné une bonne description de cette affection. Il ressort de ces travaux que la Piedra ne s'observe que dans une région très limitée, constituée par les États de Cauco et de Antioquia en Colombie. Je viens d'observer, à Rio-de-Janeiro, un cas autochtone de Piedra, ce qui prouve l'existence de l'affection en dehors et bien loin de la région où on la croyait primitivement endémique.

» La malade est une dame de race blanche, âgée de 25 à 26 ans, née à Rio. Elle n'a jamais quitté cette ville et n'a jamais été en rapport avec des personnes venant de Colombie ou des contrées avoisinantes. L'affection avait débuté huit mois auparavant,

par l'extrémité des cheveux, du côté droit de la tête, et s'est étendue à tout le cuir chevelu. Aucune notion étiologique ne peut être invoquée. Signalons toutefois l'usage que fit la malade, comme tonique pilaire, du suc mucilagineux fraîchement recueilli de l'aloès.

» Mes recherches, faites à l'aide de divers colorants et de procédés de culture que n'avaient pas employés les auteurs qui m'ont devancé, m'ont permis de pousser plus loin l'étude du parasite de la Piedra.

» J'ai pu ainsi constater que les nodosités piédriques ne sont pas constituées par de simples spores agglutinées par une substance mucilagineuse, formée de colonies de bâtonnets, ni par une matière gélatineuse, exhalée par le champignon, comme on le croyait, mais sont formées par des corps cellulaires composés d'une substance hyaline, réfractaire à l'action des réactifs colorants, et en filaments constitués par la même substance hyaline.

» Les spores et les granulations, fort sensibles aux matières colorantes, peuvent se montrer libres exceptionnellement, mais le plus souvent se présentent incluses dans les corps cellulaires et les filaments. Les spores isolées ou groupées sont enveloppées d'une couche de cette substance hyaline, formant les corps cellulaires ou les filaments du champignon. Parfois on voit des formes en massue qui semblent représenter la terminaison renflée, fertile, d'un filament contenant des endospores; d'autres fois, il semble que les spores contenues dans les masses cellulaires ayant subi la segmentation ont abouti aux corps bi- et tétrasporés si nombreux dans la masse des nodosités piédriques.

» Ainsi les éléments constitutifs de la nodosité piédrique ont une apparence vésiculaire; la substance propre des cellules reste parfaitement incolore, hyaline, laissant voir par transparence les corps sporiformes inclus, fortement colorés. Les cellules, polyédriques par pression réciproque, sont parfois sphéroïdales. Les spores contenues dans les cellules, tantôt uniques, tantôt doubles ou plus nombreuses encore, ne sont pas homogènes; leur substance semble varier dans les couches successives de sa masse. On voit, à l'intérieur des spores, des corpuscules, probablement des noyaux. Les filaments mycéliens sont très fins, d'épaisseur inégale, formés de segments très courts, articulés. Les grosses cellules ont $8^{\mu},75$ de diamètre, les spores $5^{\mu},25$ à 6^{μ}, et les filaments $1^{\mu},75$. La solution de potasse à 10 pour 100, généralement conseillée pour l'étude des parasites des cheveux, est mauvaise ici, car elle dissout la substance hyaline des corps cellulaires. Cette technique défectueuse explique les erreurs d'interprétation faites par les auteurs, qui pensaient que la substance hyaline des nodosités n'était constituée que par une gangue, une substance gélatineuse agglutinante amorphe.

» J'ai enfin étudié le développement du parasite par le procédé de culture en goutte suspendue, en employant comme milieu nutritif la gélatine pure ou sucrée.

» En procédant de la sorte, on voit, au bout de douze à vingt-quatre heures, des

filaments minces partant des nodules piédriques et divisés, par des cloisons transversales, en segments courts, articulés. A l'intérieur de ces filaments, on distingue déjà de petites granulations. A une époque plus avancée du développement de la culture, on aperçoit des chaînettes de spores à la place des filaments dont elles proviennent et contenant des granulations. Ces spores sont terminales ou enclavées dans la continuité d'un filament; dans tous les cas, elles peuvent devenir l'origine d'un nouveau filament mycélien.

» Ces diverses observations sont en désaccord avec les données que nous possédions; la formation des spores notamment à l'intérieur des filaments, la constitution cellulaire et filamenteuse de la substance hyaline qui enveloppe les spores, sont des faits sur lesquels l'attention n'avait pas été attirée jusqu'à présent (¹). »

ZOOLOGIE. — *Sur le mécanisme de la formation des perles fines dans le* Mytilus edulis. Note de M. **Raphael Dubois.**

« Malgré les recherches d'un grand nombre de savants, on se trouve encore, à l'heure actuelle, en présence des hypothèses les plus diverses et les plus contradictoires sur le mode de formation et sur l'origine des perles vraies, c'est-à-dire de celles qui se forment dans les parties molles des Mollusques perliers.

» Les faits que j'ai observés, et qui ont déjà fait l'objet d'une Communication au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences à Ajaccio, ne laissent aucun doute sur l'origine des perles vraies, que l'on rencontre parfois en si grande abondance dans les Moules comestibles qu'elles en deviennent impropres à la consommation. Si, comme je l'ai fait, on examine au mois d'août des moules qui, dans certains points des côtes de l'Océan, sont toujours bourrées de perles, on peut être surpris de n'en plus trouver aucune, ou seulement de très rares échantillons, ou bien encore uniquement des débris calcaires que je ne puis mieux comparer qu'à des fragments de dents cariées. Parmi les perles qui persistent, on en trouve de très petites, nouvellement formées, et d'anciennes qui ont conservé leur orient, mais la plupart ont pris un aspect laiteux, blanc mat, qui annonce un commencement de désagrégation.

(¹) Les préparations qui accompagnent cette Note serviront à prouver l'exactitude des affirmations que je viens de présenter à la bienveillante attention de l'Académie.

» Si l'on ne trouve presque plus de perles, en revanche, en observant attentivement le manteau de l'animal, on y remarque de nombreux petits points d'un jaune rougeâtre, précisément dans les endroits où se forment d'ordinaire les perles. Ils sont produits par de petits Distomes jeunes, de 4 à 6 dixièmes de millimètre, en train de s'enkyster ([1]).

» Leur enkystement se fait d'une manière extrêmement curieuse. Au début, on voit la surface du Distome se parsemer de petits grains de carbonate de chaux; ces granulations grandissent et prennent la forme de cristaux qui s'assemblent, se groupent, s'entre-croisent de différentes façons, et finissent par former une enveloppe calcaire continue autour du corps de l'animal, que l'on peut encore distinguer à cause de sa teinte jaune. La coque calcaire devient polie, prend de l'orient et, à ce moment, le *noyau* de la jeune perle n'est plus qu'un petit point noir, qui ne tarde pas à disparaître à son tour. La perle possède, à ce moment, un joli orient et elle continue à s'accroître par sa périphérie en contact avec la poche membraneuse entourant le kyste calcaire. On peut faire reparaître le parasite, en décalcifiant les jeunes perles par l'acide chlorhydrique; il ne saurait donc y avoir aucun doute sur la nature du noyau. De nos observations, il résulte que le *Distomum margaritarum* s'enkyste dans le *Mytilus edulis,* sur les côtes de l'Océan, vers le mois d'août, et qu'il reste enkysté jusqu'à l'été suivant. Au commencement de celui-ci, la coque calcaire se dépolit, se désagrège, ainsi que le prouvent les fragments dont j'ai parlé plus haut. A un moment donné, il ne doit plus rester qu'une masse gélatineuse, correspondant, sans doute, aux perles gélatineuses signalées par M. Diguet dans le *Meleagrina margaritifera.* Le parasite reprend alors sa vie active, se reproduit et les jeunes Distomes s'enkystent de nouveau pour former des perles.

» Il y a des perles qui échappent à la fonte physiologique et peuvent acquérir un plus gros volume parce que le Distome est mort, tué par un autre parasite (peut-être un Sporozaire), ou parce que c'est un être stérile qui forme la fin d'une lignée. La plus belle perle n'est donc, en définitive, que le brillant sarcophage d'un ver.

» En 1830, un naturaliste allemand, Baër, avait émis l'opinion que les perles *libres* avaient pour noyau central un petit *animalcule* ou *ver.* En 1752, de Filippi, de Turin, précisa et affirma que les perles de l'*Anodonta cygnea* du lac de Racconigi

---

([1]) D'après les documents présentés, au Congrès d'Ajaccio, au président de la Section de Zoologie, M. le professeur Giard, ce Distome pourrait bien être le *Distomum luteum,* que l'on rencontre parfois dans les rugosités des coquilles de certains Mollusques de la Manche. Il ressemble, en effet, beaucoup à celui qui est figuré dans le *Traité* de M. Edm. Perrier, p. 1768 (Paris, 1897); mais, en raison de l'importance de son rôle, je propose de donner à cette forme de notre parasite le nom de *Distomum margaritarum.*

avaient pour noyau un ver, précisément un Distome (*Distomum duplicatum*). Grâce à la bienveillance de LL. MM. le Roi et la Reine d'Italie, qui ont bien voulu seconder nos efforts, grâce aussi au concours précieux de notre éminent collègue M. le Professeur Pagliani, doyen de la Faculté de Médecine de Turin, et de notre savant confrère M. le Docteur Quirico, médecin du Roi, nous avons pu nous procurer, dans le lac du château royal de Racconigi, des documents qui permettront de décider si véritablement les perles des Anodontes, mollusques d'eau douce, sont, comme celles du *Mytilus* marin, l'œuvre d'un Distome. En ce qui concerne les Unios, nos recherches nous ont conduit à admettre que le noyau était formé par des œufs. Cette question fera l'objet d'une Communication ultérieure. »

M. **J. Nalis** adresse des « Remarques sur les séries dont le terme général est défini par une relation de récurrence ».

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 OCTOBRE 1901.

La Télégraphie hertzienne sans fil aux grandes distances, par E. Ducretet. Paris, chez l'Auteur, 1901; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Guide pratique de télégraphie hertzienne sans fil aux grandes distances, par E. Ducretet. Paris, chez l'Auteur, 1901; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Étude minéralogique et pétrographique des roches gabbroïques de l'État de Minnesota, États-Unis, et plus spécialement des anorthosties, par Alexandre-N. Winchell. Paris, Paul Dupont, 1901.

Société de Secours des Amis des Sciences. Compte rendu des quarantième et quarante et unième exercices; séances publiques annuelles tenues le 14 *juin* 1900 *et le* 29 *juin* 1901. (Se vend, au profit de la Société, chez MM. Hachette et Cie, boulevard Saint-Germain, 79, à Paris.) Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France, 4e série, t. I, 1901, n°s 1 et 2. Paris, 2 fasc. in-8°.

Tavole numeriche di topografia, quadranti centesimali, per Scarpini Giuseppe. Turin et Rome, Roux et Viarengo; 1 fasc. in-8°.

Alcune nuove dimonstrazioni del teorema di Pitagora, per Eduardo Visconti. Messine, typogr. d'Angelo, 1901; 1 fasc. in-8°.

Meteorologische Beobachtungen angestellt in Jurjew im Jahre 1900. 35er Jahrgang. Dorpat, 1901; 1 fasc. in-8°.

Communicações da direcção dos serviços geologicos de Portugal, t. IV. Lisbonne, 1900-1901; 1 vol. in-8°.

Akademia umiejetnosci w Krakowie. Sprawozdanie komisyi fizyograficznej obejmujace poglad na czynnosci dokonane w ciagu roku 1899 *oraz Materyaly do fizyografii krajowej,* t. XXXV. Cracovie, 1901; 1 vol. in-8°.

Memorias de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid, t. XIV : *Estudios preliminares sobre la fauna malacologica de las islas Filipinas* (Texto), fasc. I. Madrid, don Luis Aguado, 1890-1901; 1 vol. in-4°.

Anales de la Sociedad Espanola de Historia natural, t. XXX, C. 1°. Madrid, 1901.

Proceedings of the American Akademy of Arts and Sciences, vol. XXXVII, nos 1 et 2. Boston, Mass., 1901; 2 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 OCTOBRE 1901,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Jonction d'un réseau fermé de triangulation.* Note de M. P. Hatt.

« Parmi les questions que soulève, pour la Géodésie, la détermination des positions absolues, la jonction des deux extrémités d'une chaîne trigonométrique formant un contour fermé est peut-être une des plus délicates à cause de la multiplicité des conditions à remplir pour obtenir une fermeture satisfaisante. Ce problème n'a guère été envisagé jusqu'à présent dans la triangulation générale d'une région; il n'existe pas quand le réseau est compact, et les chaînes formées font rarement retour sur leur direction primitive. D'autre part, on ne se préoccupe qu'accessoirement des positions absolues, sans doute à cause du peu de simplicité des coordonnées géographiques servant à les exprimer.

» La triangulation des côtes peut rencontrer cette difficulté dans le levé d'une région insulaire de quelque étendue, le réseau des triangles ne pénètre pas très loin dans l'intérieur et revient nécessairement au point de départ après avoir contourné l'île.

» Le cas s'est présenté à l'occasion du levé hydrographique des côtes de Corse; c'est en prévision des vérifications à obtenir à la jonction qu'il a été fait usage d'un système conventionnel de coordonnées rectangulaires au moyen desquelles ont été exprimées les positions absolues des signaux principaux. Le réseau a été calculé en partant des points de la côte nord-ouest, au voisinage desquels on a fait les mesures de base et d'azimut astronomique fournissant l'échelle et l'orientation absolue du levé. Quand, après le tour complet, l'on est revenu aux côtes de départ, il s'est présenté une triple vérification portant sur les positions absolues, sur les longueurs et sur les directions. Les différences constatées ont été très faibles et absolument négligeables au point de vue graphique, de sorte que pour la publication des cartes il a suffi de répartir l'erreur de fermeture proportionnellement sur tout le contour, sans faire entrer en ligne de compte les erreurs de longueur et d'azimut.

» Mais la répartition ainsi obtenue n'est pas satisfaisante si l'on cherche une précision plus grande, et il convient alors de prendre en considération tous les éléments de la question.

» Disons, tout d'abord, que celle-ci ne se poserait pas si l'on pouvait recourir au seul procédé logique de faire concorder toutes les observations, celui de la compensation générale du réseau. Les coordonnées approchées étant connues par un calcul préliminaire, on obtiendrait les corrections de ces quantités en les faisant entrer dans toutes les équations de condition correspondant aux tours d'horizon mesurés aux diverses stations et les résolvant par les méthodes d'approximation. La jonction disparaît ainsi par suite de la continuité du réseau, et la détermination d'ensemble répond de la manière la plus satisfaisante aux observations.

» Mais ce procédé semblera impraticable, à moins de circonstances exceptionnelles. Dans le cas, par exemple, où le nombre des points du réseau serait 60, il faudrait résoudre 120 équations finales à 120 inconnues, après avoir mis en œuvre trois ou quatre fois plus d'équations de condition entrant dans la formation des équations finales. L'effort considérable exigé pour une pareille détermination serait sans doute hors de proportion avec le but poursuivi et probablement avec la précision des observations. Il convient donc, après avoir achevé les calculs de proche

en proche en se contentant de compensations partielles, de rechercher une méthode de fermeture qui tienne compte de tous les éléments précédemment énoncés.

» Choisissons, dans ce but, sur le contour extérieur du réseau, une série de points formant un polygone de référence dont les côtés soient comparables comme longueurs. Ces points, au nombre de n, seront désignés par 0, 1, 2, ... $n-1$. A l'extrémité du $n^{\text{ième}}$ côté on trouvera des coordonnées x_n, y_n différant des valeurs de départ x_0, y_0; soient δx_0, δy_0 les erreurs de fermeture, on aura, par définition,

$$x_n - x_0 = \delta x_0; \qquad y_n - y_0 = \delta y_0.$$

» A la jonction, le réseau présente en outre une erreur d'échelle et une erreur d'orientation entraînant, si l'on prolonge le calcul au delà du point de départ, de nouvelles valeurs x_{n+1}, y_{n+1} des coordonnées du point 1 dont les erreurs δx_1, δy_1 seront différentes de δx_0, δy_0.

» Posons, comme précédemment,

$$x_{n+1} - x_1 = \delta x_1, \qquad y_{n+1} - y_1 = \delta y_1.$$

» Ces valeurs entrent comme éléments variables dans les conditions de deux espèces auxquelles doivent satisfaire les corrections des côtés du polygone.

» Désignons par $\xi_0 \eta_0$, $\xi_1 \eta_1$, ..., $\xi_{n-1} \eta_{n-1}$ les différences successives des coordonnées des points 0, 1, 2, ..., n. Il viendra

$$\begin{aligned}
\xi_0 + \xi_1 + \xi_2 + \ldots + \xi_{n-1} &= x_n - x_0 = \delta x_0, \\
\eta_0 + \eta_1 + \eta_2 + \ldots + \eta_{n-1} &= y_n - y_0 = \delta y_0, \\
\xi_n - \xi_0 = (x_{n+1} - x_1) - (x_n - x_0) &= \delta x_1 - \delta x_0, \\
\eta_n - \eta_0 = (y_{n+1} - y_1) - (y_n - y_0) &= \delta y_1 - \delta y_0.
\end{aligned}$$

» Les deux premières équations concernent l'erreur de fermeture du polygone; aux deux dernières répondent les erreurs d'échelle et d'orientation résultant des différences $\delta x_1 - \delta x_0$, $\delta y_1 - \delta y_0$. Pour opérer la fermeture nous ferons varier la grandeur et la direction de chaque côté en appliquant des corrections dl et dv à la longueur l et à l'orientation v comptée depuis l'axe Oy, de manière à avoir

$$dl = \alpha l, \qquad dv = \beta.$$

» On trouve aisément que les variations correspondantes $d\xi$ et $d\eta$ des

différences ξ et η deviennent

$$d\xi = \alpha\xi + \beta\eta, \qquad d\eta = \alpha\eta - \beta\xi.$$

» Les quatre conditions auxquelles doivent de toute manière satisfaire les corrections des divers côtés sont, d'après les équations ci-dessus,

$$(1) \qquad d\xi_0 + d\xi_1 + \ldots + d\xi_{n-1} + \delta x_0 = 0,$$

$$(2) \qquad d\eta_0 + d\eta_1 + \ldots + d\eta_{n-1} + \delta y_0 = 0,$$

$$(3) \qquad d\xi_0 - d\xi_n = \delta x_1 - \delta x_0,$$

$$(4) \qquad d\eta_0 - d\eta_n = \delta y_1 - \delta y_0.$$

» Il convient tout d'abord de remarquer que le problème ne comporte pas de détermination de valeurs absolues de α et β, car, en admettant qu'un système de ces valeurs satisfasse aux conditions posées, tout autre système dans lequel α et β seraient augmentés de quantités constantes satisferait également; cela reviendrait en effet à modifier l'échelle et l'orientation du levé tout entier.

» La proposition résulte d'ailleurs des équations de condition elles-mêmes; si l'on désigne par α, β les coefficients de correction du côté 0-1 et par $\alpha + \alpha'$, $\beta + \beta'$; $\alpha + \alpha''$, $\beta + \beta''$..., les coefficients des côtés suivants, l'équation (1) devient

$$(5) \quad \left\{ \begin{aligned} &\alpha(\xi_0 + \ldots + \xi_{n-1}) + \beta(\eta_0 + \ldots + \eta_{n-1}) + \alpha'\xi_1 + \ldots + \alpha^{(n-1)}\xi_{n-1} \\ &\qquad + \beta'\eta_1 + \ldots + \beta^{(n-1)}\eta_{n-1} + \delta x_0 = 0, \end{aligned} \right.$$

et comme on a sensiblement $\xi_0 + \ldots + \xi_{n-1} = 0$ et $\eta_0 + \ldots + \eta_{n-1} = 0$, les quantités α et β disparaissent de l'équation (5).

» L'équation (2) donnerait dans les mêmes conditions

$$(6) \qquad \alpha'\eta_1 + \ldots + \alpha^{(n-1)}\eta_{n-1} - \beta'\xi_1 - \ldots - \beta^{(n-1)}\xi_{n-1} + \delta y_0 = 0.$$

» Il convient évidemment d'adopter pour base invariable le côté 0-1 en faisant $\alpha = 0$, $\beta = 0$, c'est-à-dire $d\xi_0 = 0$, $d\eta_0 = 0$.

» On peut transformer les équations (3) et (4) de manière à mettre mieux en évidence leur signification géométrique. Soient α_0 et β_0 les erreurs d'échelle et d'orientation constatées à la jonction du réseau; pour passer du côté 0-1 au côté n-$n+1$, il faut appliquer des corrections α_0 et β_0 à la longueur et à l'orientation du côté primitif et l'on aura

$$\delta x_1 - \delta x_0 = \xi_0\alpha_0 + \eta_0\beta_0, \qquad \delta y_1 - \delta y_0 = \eta_0\alpha_0 - \xi_0\beta_0.$$

» Si, d'autre part, on fait $d\xi_0 = 0$, $d\eta_0 = 0$ et si l'on désigne par $\alpha^{(n)}$, $\beta^{(n)}$ les coefficients de correction du $n+1^{\text{ième}}$ côté, on obtiendra, pour les équations (3) et (4), les transformées

$$\xi_0(\alpha^{(n)} + \alpha_0) + \eta_0(\beta^{(n)} + \beta_0) = 0,$$
$$\eta_0(\alpha^{(n)} + \alpha_0) - \xi_0(\beta^{(n)} + \beta_0) = 0,$$

qui entraînent évidemment celles-ci :

$$\alpha^{(n)} + \alpha_0 = 0, \tag{7}$$
$$\beta^{(n)} + \beta_0 = 0. \tag{8}$$

» Si les diverses valeurs de α et β doivent être considérées isolément, les équations (7) et (8) ne pourront donner que les corrections du $(n+1)^{\text{ième}}$ côté qui évidemment se trouve ramené à sa longueur et à son orientation primitives. Les équations (5) et (6) qui entrent, dans ce cas, seules en jeu ne concernent que la fermeture du réseau établie indépendamment des erreurs de longueur et d'azimut. On se trouve précisément dans les conditions peu satisfaisantes signalées plus haut.

» La fermeture la moins désavantageuse sera celle qui rendra minimum la somme des carrés des corrections α et β. On sait que, pour l'application de la méthode de Lagrange, il faut multiplier les équations (5) et (6) par des arbitraires λ et μ après les avoir différentiées par rapport aux variables α', α'', ...

» On ajoute ces produits à l'équation

$$\alpha'\,d\alpha' + \alpha''\,d\alpha'' + \ldots + \beta'\,d\beta' + \beta''\,d\beta'' + \ldots = 0$$

et l'on égale à zéro les coefficients des différentielles

$$\begin{array}{l} \alpha' + \lambda\xi_1 + \mu\eta_1 = 0, \\ \alpha'' + \lambda\xi_2 + \mu\eta_2 = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \beta' + \lambda\eta_1 - \mu\xi_1 = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}$$

» Les valeurs de α', α'', ... déduites de ces équations sont introduites dans (5) et (6) et l'on obtient les équations normales en λ et μ,

$$\lambda\,\Sigma l^2 = \delta x_0,$$
$$\mu\,\Sigma l^2 = \delta y_0,$$

en désignant par Σl^2 la somme des carrés des côtés du polygone.

» On aura, par suite,

$$\alpha^{(i)} = \frac{-\xi_i\,\delta x_0 - \eta_i\,\delta y_0}{\Sigma l^2}, \qquad \beta^{(i)} = \frac{-\eta_i\,\delta x_0 + \xi_i\,\delta y_0}{\Sigma l^2},$$

d'où résulte

$$d\xi_i = \frac{-l_i^2\,\delta x_0}{\Sigma l^2}, \qquad d\eta_i = \frac{-l_i^2\,\delta y_0}{\Sigma l^2}.$$

» Les corrections obtenues ne dépendent que des longueurs des côtés du polygone; il devra donc, en général, y avoir discontinuité au point de vue de l'échelle et de l'orientation.

» Pour réaliser une compensation satisfaisante, il convient d'établir une dépendance entre les corrections des divers côtés; celle qui semble la plus désirable ferait varier progressivement les modifications de l'échelle et de l'orientation. Cherchons à quelles conditions cette progression constante peut exister.

» On supposera, i désignant le rang du côté,

$$\alpha^{(i)} = \frac{ia}{n}, \qquad \beta^{(i)} = \frac{ib}{n}.$$

» Les équations (7) et (8) donnent $a = -\alpha_0$, $b = -\beta_0$; les équations (5) et (6) deviendront

$$\begin{aligned} &-\frac{\alpha_0}{n}[\xi_1 + 2\xi_2 + 3\xi_3 + \ldots + (n-1)\xi_{n-1}] \\ &\quad -\frac{\beta_0}{n}[\eta_1 + 2\eta_2 + \ldots + (n-1)\eta_{n-1}] + \delta x_0 = 0, \\ &-\frac{\alpha_0}{n}[\eta_1 + 2\eta_2 + \ldots + (n-1)\eta_{n-1}] \\ &\quad +\frac{\beta_0}{n}[\xi_1 + 2\xi_2 + \ldots + (n-1)\xi_{n-1}] + \delta y_0 = 0. \end{aligned}$$

» Or, en désignant par $x'_1, y'_1, x'_2, y'_2, \ldots$, les coordonnées des points 1, 2, ..., rapportées à des axes passant par le point o, on a

$$\begin{aligned} &\xi_1 + 2\xi_1 + \ldots + (n-1)\xi_{n-1} \\ &\quad = (\xi_1 + \xi_2 + \ldots + \xi_{n-1}) + (\xi_2 + \ldots + \xi_{n-1}) + (\xi_3 + \ldots + \xi_{n-1}) + \ldots \\ &\quad = -\xi_0 - (\xi_0 + \xi_1) - (\xi_0 + \xi_1 + \xi_2) - \ldots \\ &\quad = -(x'_1 + x'_2 + \ldots + x'_{n-1}), \end{aligned}$$

somme à laquelle on peut ajouter x'_n qui est zéro. Le coefficient de α_0 est donc la valeur x de l'abscisse du centre de gravité des n points et l'on a, en

désignant par y l'ordonnée du centre,

$$\alpha_0 x + \beta_0 y + \delta x_0 = 0,$$
$$\alpha_0 y - \beta_0 x + \delta y_0 = 0.$$

» Pour interpréter géométriquement ces conditions, joignons le centre de gravité aux points o et n dont les différences de coordonnées sont δx_0, δy_0. L'angle des deux rayons vecteurs a pour expression $\frac{x\,\delta y_0 - y\,\delta x_0}{x^2 + y^2}$; leur différence de longueur est représentée par $\frac{-x\,\delta x_0 - y\,\delta y_0}{\sqrt{x^2+y^2}}$. Or, d'après les équations ci-dessus, ces quantités sont respectivement égales à β_0 et $\alpha_0\sqrt{x^2+y^2}$. Ces conditions établissent l'accord évident entre l'erreur de fermeture et les erreurs de longueur et d'orientation; la progression constante ne peut exister que si ces conditions sont remplies.

» Elles ne sont pas réalisées exactement en général, mais la méthode de répartition des erreurs doit être choisie de manière à tendre vers la proportionnalité quand les conditions qui la définissent sont près d'être réalisées. Je montrerai, dans une prochaine Communication, que la méthode des moindres carrés peut conduire très simplement à ce résultat. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Recherches sur les poissons momifiés de l'ancienne Égypte.* Note de MM. **Lortet** et **Hugounenq**.

« Les anciens Égyptiens avaient la plus grande vénération pour un superbe poisson sacré de la famille des Percoïdes, le *Lates niloticus*, qui habite encore en quantités innombrables les eaux du Nil, dans la haute et dans la moyenne Égypte. Certaines villes, entre autres Esnèh, vouaient un culte spécial à cette espèce; aussi cette cité célèbre et très populeuse dans l'antiquité avait-elle reçu, depuis l'occupation gréco-romaine, le nom de *Latopolis*. Non seulement les habitants honoraient comme une divinité de premier ordre le poisson vivant, mais encore, par d'ingénieux procédés de momification, ils s'efforçaient de le préserver de toute destruction ([1]).

» Ces momies ont été ensevelies en quantités prodigieuses, à une petite

([1]) Grâce à l'obligeance de M. Maspero, directeur des Antiquités égyptiennes, des fouilles ont pu être faites à notre intention dans les environs d'Esnèh, afin de nous procurer en bon état un certain nombre de *Lates* momifiés.

profondeur, dans la plaine sablonneuse qui s'étend à l'ouest de la ville jusqu'aux premiers contreforts de la chaîne libyque. Toutefois, les poissons se rencontrent aussi en grand nombre dans la nécropole humaine de la dernière époque ptolémaïque et de l'époque romaine.

» Ces animaux, ainsi réduits à l'état de momies, sont entourés soigneusement de bandelettes de lin, teintes en jaune clair par le contact du liquide conservateur. Ils présentent toutes les tailles, depuis quelques centimètres jusqu'à un mètre et demi de longueur et même plus. On rencontre aussi, placées à côté des poissons adultes, de singulières sphères, de la grosseur des deux poings environ, formées de joncs entrelacés à des fragments de bandelettes de linge. Ces sphères sont creusées et renferment chacune plusieurs centaines d'alevins de *Lates,* venant à peine de sortir de l'œuf et longs seulement de quelques millimètres. Certaines de ces pelotes ne renferment que de grandes écailles de *Lates* adultes. Ce sont peut-être les offrandes de malheureux solliciteurs de la divinité, n'ayant pu se procurer les animaux nécessaires à leur acte de dévotion.

» Tous ces poissons, petits et grands, sont admirablement conservés. Beaucoup même, lorsqu'ils ont été nettoyés de la vase salée dans laquelle ils ont été plongés, semblent presque sortir de l'eau, les écailles présentant encore tout leur éclat et bien souvent même leurs vives couleurs. Quelquefois, le globe de l'œil, absolument intact, laisse voir à l'intérieur le reflet doré et argenté de la membrane iridienne. Tous les individus d'une taille un peu considérable montrent, sur un des flancs, une section longitudinale, destinée à laisser pénétrer à l'intérieur de la région abdominale la saumure dans laquelle on devait les plonger.

» Il était intéressant de connaître la composition chimique de ce liquide conservateur, si habilement employé pour préserver de toute altération le corps d'un animal aussi facilement putrescible. Les anciens Égyptiens ne se sont jamais servis de leurs préparations d'asphalte pour conserver ces animaux, tandis que le bitume joue toujours le plus grand rôle dans la momification de l'homme et des autres vertébrés.

» Les analyses précises de M. Hugounenq ont appris que les Poissons subissaient tout simplement une macération plus ou moins prolongée dans les eaux fortement saumâtres des lacs de natron, situés dans différentes parties de l'Égypte, puis qu'ils étaient ensuite entourés d'une couche de vase chargée de substances salines, maintenue par un bandage habilement appliqué. Grâce à la sécheresse de l'air et à l'action protectrice d'un sable absolument sec, chaud et presque toujours fortement salé, ces momies se

sont si bien conservées, pendant vingt-cinq siècles au moins, que quelques-unes d'entre elles paraissent contenir encore presque autant de matières animales que certaines *morues* qui sont débitées sur nos marchés.

» Dans les profonds bassins formés par la première cataracte, le *Lates niloticus* atteint une taille considérable; nous en avons vu pêcher, près d'Assouan, des individus ayant plus de deux mètres de longueur. Aucune différence morphologique ne les distingue de ceux qui étaient capturés par les anciens pêcheurs d'Esnèh.

» *Composition chimique des* Lates *momifiés*. — Ces poissons secs, pulvérisés et tamisés, fournissent une poudre jaune, d'odeur *sui generis*, qui, reprise par l'eau bouillante, abandonne à ce dissolvant une certaine quantité d'acide urique.

» Si l'on épuise la matière par de la soude caustique, on obtient une liqueur alcaline noire qui, traitée par un excès d'acide chlorhydrique, abandonne aussitôt une résine brune et laisse ensuite déposer de l'acide urique.

» Un dosage d'azote total par la méthode de Kjehldal a donné le résultat suivant :

Azote.......................... 8,47 pour 100

ce qui correspond à

Matières albuminoïdes............ 52,93 pour 100

en admettant que l'azote total doive être exclusivement rapporté aux matières protéiques, ce qui n'est pas tout à fait exact.

» Quand on incinère la substance au four à moufle, il reste 34,77 pour 100 de cendres grises, où l'on aperçoit de nombreux grains de peroxyde de fer. Ces cendres sont partiellement solubles dans l'eau (un tiers environ); la partie insoluble a pu être attaquée par l'acide chlorhydrique dilué, à l'ébullition. Une portion importante constitue un résidu gris, formé de silice et de silicates divers. Voici, au surplus, l'analyse globale des cendres :

	Pour 100.
Chlorure de potassium	2,03
Chlorure de sodium	23,62
Sulfate de soude	8,57
Phosphate de chaux et de magnésie	5,81
Peroxyde de fer	1,31
Argile et silicates divers	57,93
Non dosé, pertes, etc	0,73
Total	100,00

» La composition des cendres, en même temps que la teneur élevée des poissons en sels minéraux (34,77 pour 100), indique manifestement que, pour assurer la conservation de ces animaux, les Égyptiens les enroulaient

dans un mélange d'argile et de sable imprégnés d'une forte proportion de sels alcalins et particulièrement de chlorure de sodium. Cette terre, naturellement salée, provenait vraisemblablement des lacs salés ou lacs de natron qui, desséchés sur leurs bords, produisent ce sable argileux chargé de sels. Ce sont ces derniers qui, grâce à l'action adjuvante d'un climat sec, ont assuré, pendant une longue période, la conservation si remarquable de ces poissons. »

GÉOLOGIE. — *Sur un nouveau gisement de Mammifères de l'Éocène moyen à Robiac, près Saint-Mamert (Gard).* Note de MM. **Ch. Depéret** et **G. Carrière.**

« Le grand bassin tertiaire d'Alais, qui s'étend sur une longueur de plus de 60^{km} depuis la région de Barjac au nord jusque non loin de Nîmes, où il se continue au S.-O. avec le bassin de Sommières, est surtout remarquable par le puissant développement du terrain oligocène. L'Éocène n'y joue qu'un rôle tout à fait secondaire, et se montre seulement en quelques rares points sous forme de bandes étroites en bordure du bassin. Ainsi, au Brouzet et à Euzet-les-Bains, on voit s'appuyer sur les calcaires urgoniens les *sables bigarrés* du Paléocène, surmontés près de Navacelles par une mince barre *calcaire lutétienne* à *Planorbis pseudo-ammonius*, sur laquelle reposent à leur tour les *grès jaunes bartoniens*.

» Vers le sud du bassin, dans la région de Saint-Mamert, l'*étage lutétien* constitue un lambeau de bordure plus puissant que celui de Navacelles. On y voit directement appliquées sur l'Urgonien les assises suivantes, de bas en haut :

» 1° Calcaires grumeleux à *Planorbis pseudo-ammonius*, avec cailloutis calcaires en haut;

» 2° Marnes rouges et cailloutis calcaires;

» 3° Marnes jaunes alternant avec des calcaires marneux à fossiles écrasés;

» 4° Calcaire compact à silex, avec *Pl. pseudo-ammonius*, *Limnœa Michelini*, *Amphidromus Serresi.*

» Le *Bartonien* et l'*Éocène supérieur* manquent en ce point et le calcaire *lutétien* est recouvert directement par d'autres calcaires à *Potamides aporoschema* et *Limnœa longiscata*, d'âge *infra-tongrien*.

» L'intérêt principal de cette coupe est dans la découverte d'un riche gisement de Vertébrés éocènes, dans une couche de marne ligniteuse inter-

calée à la base de la barre calcaire lutétienne n° 4, non loin du hameau de Robiac. L'attention a été d'abord attirée sur ce gisement par un propriétaire de Robiac, chercheur de phosphates, qui a signalé sa découverte à divers naturalistes de Nîmes et à M. Bénézet, qui s'occupe de recherches minières dans la région. Mis nous-mêmes au courant de cette importante trouvaille, nous avons fait pratiquer, dans la couche à ossements, des fouilles qui nous ont donné de suite des résultats paléontologiques remarquables. Les ossements sont assez abondants dans la couche marneuse pour que l'on ait pu commencer l'exploitation industrielle du gisement comme phosphates d'os fossiles. Les os des membres sont en général un peu déformés par la pression et assez roulés; mais les mâchoires sont dans un magnifique état de préservation, surtout celles du grand *Lophiodon rhinocerodes*, qui forme par son abondance la caractéristique de ce gisement.

» Nous avons pu, dès à présent, déterminer à Robiac les espèces suivantes :

» Lophiodon rhinocerodes Rütim. — Grande espèce, de la taille d'un fort rhinocéros, jusqu'ici considérée comme très rare et connue seulement dans les gisements sidérolithiques d'Egerkingen, d'Heidenheim et de Lissieu. L'animal de Robiac appartient à une race où les prémolaires supérieures sont pourvues de deux crêtes internes distinctes, et est identique à la race d'Heidenheim désignée par Wagner sous le nom de *L. franconicus*. La race d'Egerkingen et de Lissieu a des prémolaires plus simples, dépourvues du denticule postéro-interne. Il existe des variétés de passage entre les deux races.

» Lophiodon isselensis Cuvier. — A côté du gigantesque *L. rhinocerodes*, on trouve d'autres *Lophiodon*, peu différents de celui-ci par les caractères dentaires, mais dont la taille s'accorde tout à fait avec celle du type d'Issel. Il faut dire qu'on observe tous les intermédiaires de taille entre les deux espèces, de sorte qu'on pourrait aussi bien regarder les petits individus comme une *race naine du L. rhinocerodes*.

» Paloplotherium magnum Rütim. — Cette rare espèce, connue seulement par quelques molaires trouvées à Egerkingen et à Lissieu, est relativement assez commune à Robiac, où elle atteint des dimensions presque aussi fortes que celles du grand Palœotherium de l'Éocène supérieur. La simplicité des prémolaires ne permet aucune hésitation sur son attribution au genre *Paloplotherium*.

» Paloplotherium lugdunense, n. sp. — Sous ce nom, encore inédit, j'ai désigné, du gisement de Lissieu, un *Paloplotherium* de taille à peine supérieure au *P. codiciense* Gaudry du calcaire grossier de Coucy et qui se distingue de cette espèce par ses prémolaires supérieures pourvues sur la muraille d'une petite côte médiane (mésostyle) qui fait défaut dans le type du bassin de Paris. J'ai retrouvé assez abondamment le *P. lugdunense* à Robiac avec les mêmes caractères qu'à Lissieu.

» Pachynolophus Duvali Pomel. — Plusieurs portions de mandibule et un fragment de maxillaire avec les trois arrière-molaires supérieures *dépourvues de mésostyle sur*

la muraille et parfaitement semblables au type du calcaire grossier supérieur de Passy et à celui des grès éocènes du Minervois.

» ANCHILOPHUS DESMARESTI Gervais. — Petite espèce représentée par quelques molaires supérieures, dont les faibles dimensions, la forme relativement allongée de la couronne et l'aplatissement très prononcé de la muraille ne laissent pas de doute sur l'attribution de cet animal au type du calcaire de Saint-Ouen. L'*A. Gaudini* d'Egerkingen et de Lissieu a des molaires plus fortes et plus carrées.

» HYOPOTAMUS GRESSLYII Rütim. — Plusieurs séries de molaires supérieures et inférieures, parfaitement semblables à l'espèce d'Egerkingen et du Mauremont.

» Nous avons recueilli en outre, dans le gisement, des dents de *Créodontes*, de *Rongeurs*, des dents et des plaques de Crocodiliens, des parties de carapace de Tortues, encore indéterminés.

» Nous espérons reprendre et continuer les fouilles dans ce magnifique gisement. »

M. **R. Zeiller** fait hommage à l'Académie d'une « Note sur la flore houillère du Chansi. » (Extrait des *Annales des Mines*, avril 1901.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSICO-CHIMIE. — *La limite des réactions chimiques et celle du produit* PV *dans les gaz*. Mémoire de M. **A. Ponsot**. (Extrait par l'Auteur.)

(Renvoi à la Commission du prix Gegner.)

« *Conclusions*. — *a*. Les deux hypothèses . 1° PV tend vers une valeur limite pour V infini, 2° il y a des réactions chimiques entières, sont incompatibles;

» *b*. Les deux hypothèses : 1° PV tend vers une valeur limite pour V infini, 2° les réactions chimiques sont toujours limitées, sont compatibles;

» *c*. Les deux hypothèses : 1° $P = 0$ pour une valeur de V très grande et les valeurs supérieures de V, 2° il y a des réactions chimiques entières et des réactions chimiques limitées, sont compatibles. »

M. **Folie** adresse, par l'entremise de M. C. Jordan, une Note portant pour titre : « Une réaction inéluctable en Astronomie sphérique ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **Moritz** adresse une Note, accompagnée de diverses pièces annexes, concernant la télégraphie sans fil.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un nouveau Volume des « Œuvres complètes de *Christiaan Huygens*, publiées par la Société hollandaise des Sciences », Tome IX, Correspondance (1685-1690);

2° Le « Traité de Zoologie concrète, de MM. *Yves Delage* et *Edgard Hérouard* », Tome II, 2e Partie : les Cœlentérés.

M. **J. Vallot** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académien libre, devenue vacante par le décès de M. l'amiral *de Jonquières*.

La **Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg** informe l'Académie qu'elle va accomplir, à la fin de décembre 1901, la cinquantième année de son existence.

ASTRONOMIE. — *Diamètres de Jupiter obtenus avec l'équatorial Brunner de l'observatoire de Lyon. Influence du grossissement.* Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Lœwy.

« Les observations dont nous donnons ici les résultats ont été faites, de 1892 à 1901, à l'équatorial Brunner de $0^{m},16$ d'ouverture, avec un micromètre à fils d'araignée, par double distance, et des grossissements de 250 et 370. Elles ont été corrigées de la réfraction, du diamètre des fils et de la phase d'après les éphémérides de MM. Marth et Crommelin, puis

ramenées à la distance moyenne 5,20. Les diamètres qu'on en déduit sont les suivants :

Diamètre équatorial..	38″,720 ± 0″,045,	d'après 40	mesures;	grossissement..	250
» polaire....	36″,394 ± 0″,055,	» 60	»	» ..	250
Aplatissement.......	$= \frac{1}{16,64}$				
Diamètre équatorial..	38″,537 ± 0″,038,	» 29	»	» ..	370
» polaire....	36″,268 ± 0″,090,	» 17	»	» ..	370
Aplatissement.......	$= \frac{1}{16,98}$				

» Quel que soit le diamètre mesuré, équatorial ou polaire, la valeur obtenue est moindre avec le plus fort grossissement qu'avec le plus faible, et, fait qui milite en faveur de l'exactitude de cette conclusion, la différence de ces valeurs est sensiblement la même pour les deux diamètres :

$$\left.\begin{array}{l}\text{D.E. } (250) - (370) = 0'',183 \\ \text{D.P. } (250) - (370) = 0'',126\end{array}\right\} = 0'',155.$$

» Or, l'existence d'une pareille différence ainsi que son sens sont des conséquences des lois de la diffraction dans les instruments d'optique; il y a donc intérêt à reprendre à ce point de vue les diverses mesures de diamètres de Jupiter faites à peu près à la même époque. Le Tableau suivant contient les résultats de celles faites, comme les nôtres, avec un micromètre filaire, que nous avons pu recueillir :

Auteurs.	Époque.	Objectif.	Grossissement.	D. E.	D. P.	Source.
H. Struve....	1893-95	762 mm	515	38″,544	35″,922	*Astron. Nachr.*, nº 3403.
	1893-95	762	900	38,315	35,750	
Dyson......	1894-95	711	450	39,219	36,481	*Monthly Notices*, LV, p. 478.
	1894-95	711	670	38,665	36,237	
Maunder....	1894-95	711	450	38,605	36,136	
	1894-95	711	670	37,977	»	
Lewis.......	1894-95	711	450	38,534	36,084	
	1894-95	711	670	38,071	35,926	
See.........	1900	660	400	38,636	36,374	*Astron. Nachr.*, nº 3670.
	1900	660	606	38,445	35,949	
	1900	660	888	38,417	35,813	
Guillaume...	1892-1901	160	250	38,720	36,394	
	1892-1901	160	370	38,537	36,268	

» Dans toutes ces mesures le diamètre apparent diminue quand, toutes choses égales d'ailleurs, le grossissement augmente, et les différences en faveur du faible grossissement sont :

	D. E.	D. P.
H. Struve (515)-(900)........ ...	0,229	0,172
Dyson (450)-(670)..........	0,554	0,144
Maunder (450)-(670)............	0,628	»
Lewis (450)-(670)...............	0,463	0,158
See (400)-(606).................	0,191	0,425
See (400)-(888).................	0,219	0,561
Guillaume (250)-(370)..........	0,183	0,126

» La différence que nos observations mettaient en évidence est donc générale; mais, sauf pour les mesures de M. H. Struve, l'accord entre les écarts correspondant au diamètre équatorial et au diamètre polaire est moins satisfaisant que dans les nôtres. D'autre part, même pour celles-ci, la valeur de la différence observée est trop grande pour pouvoir être attribuée à la diffraction seule et, en outre, les mesures de M. See ont été faites en interposant entre l'œil et l'oculaire une petite cuve contenant une solution colorée absorbante; il est donc probable qu'une autre cause intervient ici pour s'ajouter à la diffraction et augmenter l'effet produit. Je me propose de revenir sur cette question. »

MÉCANIQUE. — *Sur les chaînes secondaires.* Note de M. G. **Kœnigs**.

« Si, dans une chaîne cinématique Γ, on supprime certains membres et que les membres conservés forment encore une chaîne cinématique, nous donnons à cette chaîne résiduelle Γ′ le nom de *chaîne secondaire*. Deux cas peuvent alors se présenter :

» En premier lieu, il peut se faire que la chaîne Γ′ présente le même état de gêne entre ses membres, soit lorsqu'on l'isole, soit lorsque l'on conserve autour d'elle le reste de la chaîne totale Γ. On pourra dire alors que la chaîne secondaire Γ′ est *autonome* dans cette chaîne totale.

» Mais il pourrait arriver, au contraire, que l'effet des membres supprimés fût de restreindre la liberté propre à la chaîne secondaire prise isolément, auquel cas on dira que la chaîne secondaire Γ′ est *restreinte* dans la chaîne totale Γ.

» Les chaînes secondaires autonomes offrent de l'intérêt au point de

vue de l'analyse et de la décomposition d'une chaîne. On s'efforcera, en effet, de décomposer une chaîne en chaînes secondaires autonomes, dont le fonctionnement individuel pourra être étudié indépendamment du reste.

» Les membres de la chaîne totale non compris dans les chaînes autonomes en lesquelles elle aura été décomposée servent d'*organes de connexion* ou de *connecteurs* entre ces diverses chaînes autonomes; leur rôle est de solidariser ces chaînes entre elles.

» Parfois on aura obtenu cette solidarité au moyen d'un couple d'éléments établi entre un membre de l'une des chaînes secondaires et un membre d'une autre chaîne secondaire autonome.

» Dans tous les cas, la décomposition en chaînes autonomes pouvant, presque toujours, être opérée de plusieurs manières, la fonction d'organe de connexion attribuée à un membre *n'a rien d'absolu* et se trouve subordonnée au mode de décomposition. On voit par là combien peu profonde serait une classification fondée sur la nature de ces intermédiaires ou connecteurs.

» Passant à un autre point de vue, toute chaîne cinématique peut être regardée comme réalisant le guidage du système binaire formé par deux de ses membres : A et B par exemple.

» Mais ordinairement la totalité de la chaîne ne concourt pas à ce guidage, en sorte que la suppression de certains membres n'intéresse pas le système binaire (A, B). On pourra donc supprimer ainsi certains membres dans la chaîne totale, jusqu'à ce que l'on arrive à une chaîne telle que la suppression de n'importe quel membre aurait pour effet d'altérer le système binaire considéré. D'une telle chaîne secondaire, nous dirons qu'elle est *attachée* au système binaire (A, B).

» Observons d'ailleurs que plusieurs chaînes différentes peuvent être attachées de la sorte à un même système binaire. Elles constituent des *guidages équivalents* de ce système.

» Si de telles chaînes coexistent comme chaînes secondaires dans une même chaîne totale, leur ensemble réalise un *guidage surabondant* du système binaire (A, B).

» Faisons ici la remarque évidente que, si, dans la chaîne totale, on supprime tous les membres qui ne font pas partie de l'une des chaînes secondaires attachées au système binaire (A, B), rien ne se trouve changé aux conditions du guidage, surabondant ou non, de ce système binaire.

» Ces membres supprimés sont, en quelque sorte, parasites à l'égard du

système binaire (A, B). Leur existence dans la chaîne ne peut tenir qu'aux nécessités du guidage d'autres systèmes binaires et aux dépendances cinématiques que l'on veut établir entre ces nouveaux systèmes et le premier :

» Ainsi, dans la locomotive, le mécanisme de la distribution vis-à-vis du système de bielle et manivelle qui concourt directement à la mise en marche.

» La considération des chaînes secondaires attachées à un système binaire va nous permettre de définir avec précision un cas singulier de guidage, qui est assez fréquent et dont aucun auteur jusqu'ici n'a analysé le principe.

» Considérons une chaîne cinématique Γ, attachée à un certain système binaire (A, B). Soient $u_1, u_2, \ldots, u_n$ les n paramètres dont dépend la configuration de la chaîne; désignons aussi par $v_1, v_2, \ldots, v_p$ les p paramètres ($p < 6$) dont dépend le système binaire (A, B). Il est clair que, puisque le système binaire est inclus dans la chaîne, les paramètres v sont des fonctions des u. Il en résulte d'abord que l'on a $p \leqq n$.

» Le cas de $p = n$ n'a pas d'intérêt spécial. Mais si $p < n$, on peut faire un changement de variables et substituer aux paramètres u de nouveaux paramètres comprenant $v_1, v_2, \ldots, v_p$ et $(n - p)$ autres variables v_{p+1}, $v_{p+2}, \ldots, v_n$.

» Imaginons alors que l'on fasse varier seulement ces $(n - p)$ derniers paramètres. Les p premiers $v_1, v_2, \ldots, v_p$ restant constants, les corps A et B restent au repos relatif, tandis que se déforme le reste de la chaîne Γ.

» La chaîne Γ opère donc le guidage du système binaire dans des conditions spéciales telles qu'une infinité de formes de la chaîne corresponde à une position relative déterminée des membres A et B. Nous caractériserons ce cas singulier de guidage, en disant que le guidage du système binaire (A, B) par la chaîne Γ est un *guidage flottant*.

» Les colliers à billes des roues de bicyclettes offrent un exemple de guidage flottant. De même, le mode de suspension de la poulie de la machine d'Atwood.

» Voici un exemple très différent :

» Que l'on veuille réaliser le fait d'une tige XY qui doit demeurer équipollente, dans un plan donné, à une tige AB. On introduira une tige A'B' intermédiaire, équipollente à AB et à XY, et formant parallélogramme articulé avec chacune de ces deux tiges. Mais, au lieu d'une seule tige, on peut en introduire plusieurs, A'B', A''B'', A'''B''', formant : A'B' parallélo-

gramme articulé avec AB, à laquelle elle reste équipollente; A″B″ avec A′B′, A‴B‴ avec A″B″, et finalement XY avec A‴B‴. Toutes ces tiges sont alors équipollentes entre elles et, en particulier, XY avec AB. La chaîne construite, formée de cette suite de parallélogrammes articulés, réalise donc bien le système binaire souhaité entre AB et XY. Mais le guidage est flottant, puisque, si l'on fixe invariablement les tiges AB et XY dans une position déterminée quelconque, le reste de la chaîne conserve encore la faculté de se déformer.

» C'est un danger de l'ordre de considérations que nous exposons ici, d'offrir de trop nombreuses occasions de sortir du terrain de la Mécanique pure pour verser dans l'abstraction. Les chaînes secondaires s'y prêteraient aisément; il serait intéressant de poursuivre, au point de vue abstrait, le développement des notions qui précèdent, et de construire à leur propos une théorie se rattachant à ces principes de l'*ordre* dont parle Poinsot dans ses *Réflexions sur les principes fondamentaux de la théorie des Nombres*.

» Mais, au point de vue des applications, où nous désirons nous tenir, la constitution d'une telle théorie semble inutile, car elle comporte des généralités beaucoup trop élevées eu égard aux quelques cas particuliers qui se trouvent mis en jeu dans les machines. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes de substitutions*. Note de M. **G.-A. Miller**, présentée par M. C. Jordan.

« A. Soient s_1 et s_2 deux substitutions quelconques dont le produit est s_3, et soient n_1, n_2, n_3 les ordres de ces substitutions. Le groupe dérivé des s_1 et s_2 est complètement déterminé par les trois nombres n_1, n_2, n_3, pourvu qu'un ou deux, au moins, de ces nombres soient égaux à 2, ou que l'un d'eux soit égal à 2, l'autre égal à 3, tandis que le troisième est un des trois nombres 3, 4, 5 ([1]).

» J'ai trouvé récemment qu'il est possible de choisir s_1 et s_2 telles que le groupe dérivé d'elles soit un groupe quelconque d'un système infini de groupes d'ordre fini, toutes les fois que les trois nombres n_1, n_2, n_3 ne satisfont à aucune des conditions ci-dessus. En conséquence, on peut construire ou un groupe seulement, ou un nombre infini de groupes qui soient dérivés de s_1 et s_2, quand les trois nombres n_1, n_2, n_3 sont donnés. Les

([1]) *Bulletin of the American mathematical Society*, vol. VII, p. 424; 1901.

systèmes infinis qui appartiennent aux nombres 2, 3, 6 et 3, 3, 3 ont été déterminés récemment (¹).

» B. Il est bien connu que 60 et 168 sont les plus petits nombres composés qui soient des ordres de groupes simples. M. Burnside a déterminé tous les groupes d'ordre 60 (²). J'ai examiné tous les groupes possibles d'ordre 168 et j'ai trouvé que le nombre de ces groupes distincts est 57. Il y en a 3 qui sont commutatifs; 3 autres contiennent 8 sous-groupes d'ordre 7. Les deux qu'on peut représenter transitivement entre huit lettres sont bien connus. Le groupe restant qui contient huit sous-groupes d'ordre 7 a un sous-groupe invariant d'ordre 3, et, pour cette raison, il est isomorphe au groupe de degré 8 et d'ordre 56. Il contient huit sous-groupes circulaires d'ordre 21, qui sont transformés exactement comme les sous-groupes d'ordre 7, et son sous-groupe invariant d'ordre 24 est le groupe commutatif qui ne contient aucune substitution d'ordre 4.

» Les 51 groupes restants d'ordre 168 sont non commutatifs et contiennent seulement un sous-groupe d'ordre 7. Onze d'entre eux n'ont qu'un seul sous-groupe d'ordre 8 et, par conséquent, ils renferment le produit direct du groupe d'ordre 7 et d'un des groupes d'ordre 8. Cinq de ces onze groupes contiennent sept sous-groupes d'ordre 3, à savoir, les produits directs du groupe non commutatif d'ordre 21 et d'un groupe d'ordre 8; les autres peuvent être divisés en paires contenant respectivement un, quatre et vingt-huit sous-groupes d'ordre 3.

» Il y a huit groupes d'ordre 24 contenant trois sous-groupes d'ordre 8 (³). Les produits directs de ces groupes et du groupe d'ordre 7 donnent tous les groupes possibles ayant précisément trois sous-groupes d'ordre 8. Entre ces groupes il s'en trouve seulement un qui ait plus d'un sous-groupe d'ordre 3. Il y a précisément le même nombre de groupes (parmi ceux qui restent) qui contiennent sept sous-groupes d'ordre 8 qu'il y en a qui contiennent vingt et un sous-groupes de cet ordre, à savoir seize. »

(¹) *Quarterly Journal of Mathematics*, vol. XXXIII, p. 76; 1901. — *Annals of Mathematics*, vol. III; 1901.

(²) Burnside, *Theory of groups of finite order*, p. 105; 1897.

(³) *Quarterly Journal of Mathematics*, vol. XXVIII, p. 274.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires de second ordre à coefficients algébriques de deuxième et troisième espèce* ([1]). Note de M. **Paul-J. Suchar**, présentée par M. Appell.

« Dans une Note présentée à l'Académie (30 septembre 1901), nous avons donné la forme que doivent avoir les coefficients d'une équation différentielle linéaire du second ordre pour qu'elle soit de première espèce.

» Nous nous proposons, dans cette Note, de donner la forme des coefficients pour que l'équation soit de deuxième ou de troisième espèce.

» Nous supposons encore que la surface de Riemann est hyperelliptique et que le genre correspondant est p. On trouve qu'il existe des équations de seconde espèce ayant un groupe donné ([2]) et dont l'intégrale générale n'a qu'un seul pôle sur toute la surface de Riemann et devenant en ce point infini de premier ordre. Ces équations ne peuvent en aucun cas être de forme spéciale ([3]). Nous donnons la forme des coefficients dans le cas où le déterminant D ([4]) a tous les zéros simples.

» Nous aurons

$$p_1 = \frac{d}{dz}\log u'(z) + \frac{d}{dz}\sum_{i=1}^{i=2p-2} \Pi_{\alpha_i\beta_i} + \frac{d}{dz}\Pi_{\alpha\gamma_1} + \frac{d}{dz}\Pi_{\alpha\gamma_2} - 2u_1'(z);$$

dans cette formule, les points α_i sont les zéros de $u'(z)$, les points $\beta_i, \gamma_1, \gamma_2$ sont les zéros simples de D et enfin le point α est le pôle de l'intégrale générale. Le groupe de l'équation étant donné ainsi que les points α_i et α, D aura p zéros arbitraires, les p autres dépendent de tous les points donnés ainsi que du groupe de l'équation. Le second coefficient sera de la forme

$$p_2 = u'(z)\frac{d}{dz}\sum_{i=1}^{i=2p-2} M_i\Pi_{\alpha_i\beta_i}$$
$$+ u'(z)\frac{d}{dz}(N_1\Pi_{\alpha_k\gamma_1} + N_2\Pi_{\alpha_k\gamma_2} + N_3\Pi_{\alpha_k\alpha}) + Cu_2'(z)u_3'(z);$$

([1]) Appell, *Acta mathematica*, t. XIII.

([2]) *Ibid.*, p. 168.

([3]) *Comptes rendus*, 30 septembre 1901.

([4]) *Ibid.*

dans cette formule, α_k est un zéro quelconque de $u'(z)$, les N sont des constantes, enfin le reste a la même signification que dans notre première Note.

» *Équations de troisième espèce.* — L'intégrale générale d'une pareille équation n'a que des points critiques logarithmiques. On démontre encore qu'il existe deux types d'équations de troisième espèce. Nous appelons l'équation simplement *de troisième espèce* si, le groupe étant donné, le déterminant D est une fonction quelconque à multiplicateurs. Enfin elle sera *de forme spéciale* si le déterminant D est une fonction spéciale à multiplicateurs ou bien la dérivée d'une intégrale abélienne de première espèce.

» Nous allons nous borner à donner la forme des coefficients, de manière à pouvoir comprendre à la fois les deux types. Le coefficient p_1 a la même forme que dans le cas d'une équation de première espèce, il sera

$$p_1 = \frac{d}{dz} \log u'(z) + \frac{d}{dz} \sum_{i=1}^{i=2p-2} \Pi_{\alpha_i \beta_i} - 2u'_1(z).$$

» Nous avons supposé que tous les zéros de D sont simples. On aura, pour le second coefficient,

$$p_2 = u'(z) \frac{d}{dz} \sum_{i=1}^{i=2p-2} M_i \Pi_{\alpha_i \beta_i} - u'(z) \sum_k \frac{1}{u'(\beta_k)} Z'_{\beta_k} + C u'_2(z) u'_3(z);$$

le nombre k prend au plus toutes les valeurs de 1 à $2p-2$. La forme que nous avons donnée à p_2 est nécessaire et suffisante pour affirmer que l'équation est de troisième espèce. En effet, la présence des termes de la forme

$$u'(z) \sum_k \frac{1}{u'(\beta_k)} Z'_{\beta_k}$$

nous montre que l'équation déterminante de M. Fuchs correspondant aux points β_k a des racines égales. Nous remarquons encore que la forme que nous avons donnée aux coefficients p_1 et p_2 convient aussi au cas où l'équation est de forme spéciale; les $2p-2$ points β se partagent alors en deux groupes de $p-1$ points tels que les points du premier groupe sont les superposés des points du second groupe. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur deux classes particulières de congruences de Ribaucour.* Note M. A. **Demoulin.**

« Les congruences de Ribaucour dont les développables correspondent à un système conjugué tracé sur l'enveloppée moyenne ont été étudiées par M. Guichard (*Comptes rendus*, 21 juin 1891). Ce savant géomètre a montré que leur détermination revient au problème suivant :

» *Former toutes les équations de la forme* $\theta''_{\alpha\beta} = k\theta$ *possédant quatre solutions* $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \omega$ *telles que l'on ait* $\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 = f(\omega)$, *la fonction* $f(\omega)$ *étant arbitraire* (¹).

» Je vais établir qu'*à toute surface de Weingarten, on peut faire correspondre une équation jouissant de la propriété indiquée*. Considérons, à cet effet, une congruence sur les deux nappes de la surface focale de laquelle les lignes asymptotiques se correspondent, et soient $\theta_1, \theta_2, \theta_3$; $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ les paramètres directeurs des normales à ces deux surfaces aux points focaux d'une droite de la congruence. Des formules bien connues (voir Darboux, *Leçons*, IVe Partie)

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial\theta_i}{\partial\alpha} - \frac{\partial\sigma_i}{\partial\alpha} &= \frac{\partial\log\omega}{\partial\alpha}(\theta_i + \sigma_i) \\ \frac{\partial\theta_i}{\partial\beta} + \frac{\partial\theta_i}{\partial\beta} &= \frac{\partial\log\omega}{\partial\beta}(\theta_i - \sigma_i) \end{aligned}\right\} \quad (i = 1, 2, 3),$$

on déduit les suivantes :

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}\frac{\partial\lambda}{\partial\alpha} + \frac{1}{2}\frac{\partial\mu}{\partial\alpha} - \frac{\partial}{\partial\alpha}\sqrt{\lambda\mu}\cos\varphi &= (\lambda - \mu)\frac{\partial\log\omega}{\partial\alpha}, \\ \frac{1}{2}\frac{\partial\lambda}{\partial\beta} + \frac{1}{2}\frac{\partial\mu}{\partial\beta} + \frac{\partial}{\partial\beta}\sqrt{\lambda\mu}\cos\varphi &= (\lambda = \mu)\frac{\partial\log\omega}{\partial\beta}. \end{aligned}$$

Dans ces équations, on a posé $\lambda = \theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2$, $\mu = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2$ et l'on a désigné par φ l'angle des plans focaux.

(¹) J'ai indiqué récemment, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (séance du 29 juillet 1901), comment on peut mettre ce problème en équation dans le cas où $f(\omega) = 1 - \omega^2$. La même Note renferme divers résultats relatifs à la déformation continue des surfaces. Je m'empresse de signaler qu'ils ont été établis, en 1893, par M. Cosserat, dans un beau Mémoire inséré dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*.

» Lorsque les droites de la congruence sont normales à une surface, $\cos\varphi$ est nul et les équations ci-dessus donnent $\lambda = \varphi(\omega)$, ce qui démontre le théorème; celui-ci tombe en défaut lorsque ω est constant.

» M. Guichard a remarqué que les normales d'une surface minima constituent une congruence de Ribaucour, appartenant à la classe définie plus haut. Je me propose de déterminer, parmi ces congruences de Ribaucour particulières, toutes celles qui sont formées des normales d'une surface. Soit $ds^2 = k(du^2 + dv^2)$ le ds^2 de la sphère exprimé en fonction des paramètres de la représentation sphérique des développables de la congruence. La fonction k doit satisfaire à l'équation

$$\text{(A)} \qquad \left(\frac{f''}{f} - \frac{3}{4k^2}\right)k'_u k'_v + \left(\frac{f'}{f} + \frac{1}{2k}\right)k''_{uv} = 0,$$

où l'on a désigné par f une fonction arbitraire de k. C'est ce qui résulte des développements donnés par M. Cosserat à la page 30 du Mémoire cité en note.

» Si $f = \frac{1}{\sqrt{k}}$, l'équation (A) disparaît et l'on retrouve la solution indiquée par M. Guichard. Pour toute autre détermination de f l'équation (A) donne $k = \varphi(\mathrm{U} + \mathrm{V})$. Le problème actuel revient donc au suivant :

» *Mettre de toutes les manières possibles le ds^2 de la sphère sous la forme*

$$ds^2 = \varphi(\mathrm{U} + \mathrm{V})(du^2 + dv^2),$$

ou sous la forme (¹)

$$ds^2 = f^2(u + v)\left(\frac{du^2}{\mathrm{U}} + \frac{dv^2}{\mathrm{V}}\right).$$

» En exprimant que la courbure totale de ce ds^2 égale *un*, on trouve

$$\text{(B)} \qquad \frac{f}{f'}\left(\frac{f'}{f}\right)'(\mathrm{U} + \mathrm{V}) + \tfrac{1}{2}(\mathrm{U} + \mathrm{V}) + \frac{f^3}{f'} = 0.$$

» De cette équation on déduit, en dérivant par rapport à u et à v,

$$\text{(C)} \qquad \left[\frac{f}{f'}\left(\frac{f'}{f}\right)'\right]''(\mathrm{U} + \mathrm{V}) + \left[\frac{f}{f'}\left(\frac{f'}{f}\right)'\right]'(\mathrm{U}' + \mathrm{V}') + \left(\frac{f^3}{f}\right)'' = 0.$$

» Ou bien les équations (B) et (C) sont distinctes, ou bien elles sont

(¹) On suppose U et V variables toutes deux. Le cas où l'une de ces fonctions serait constante se traite aisément.

identiques. Dans le premier cas, l'expression définitive du ds^2 de la sphère est

$$ds^2 = \frac{4m^2(du^2 + dv^2)}{(u^2 + v^2)\cos^2\log(u^2 + v^2)^m}.$$

» Dans le second, on obtient les deux formes suivantes qui sont bien connues :

$$ds^2 = \frac{du^2 + dv^2}{(U + V)^2}, \qquad ds^2 = (U + V)(du^2 + dv^2).$$

» Une seconde classe intéressante de congruences de Ribaucour est constituée par celles de ces congruences pour lesquelles le segment focal est constant. On les obtiendrait toutes si l'on savait déterminer toutes les équations de la forme $\theta''_{\alpha\beta} = k\theta$, dont quatre solutions θ_1, θ_2, θ_3, ω sont liées par la relation

$$\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 = \frac{1}{\omega^2}. \text{ »}$$

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les variations de l'aimantation dans un cristal cubique*. Note de M. **Wallerant**.

« M. Weiss a montré expérimentalement que l'induction, à l'intérieur d'un cristal de magnétite placé dans un champ uniforme, variait avec la direction de ce champ. Il est facile d'établir les relations existant entre cette induction et la direction du champ, en supposant, bien entendu, que cette induction soit uniforme dans le cristal. Les composantes X, Y, Z de cette induction suivant les axes quaternaires sont des fonctions des composantes du champ suivant ces mêmes axes, autrement dit, des *cosinus directeurs* $\cos\alpha$, $\cos\beta$, $\cos\gamma$ de la direction du champ. Si l'on développe ces fonctions suivant les puissances croissantes de ces cosinus, en s'en tenant aux termes du troisième degré et en exprimant que, pour des orientations du champ symétriques par rapport aux éléments de symétrie du cristal, l'induction se reproduit symétriquement, on obtient les valeurs

$$\begin{aligned} X &= R\cos\alpha(1 + k\cos 2\alpha), \\ Y &= R\cos\beta(1 + k\cos 2\beta), \\ Z &= R\cos\gamma(1 + k\cos 2\gamma), \end{aligned}$$

R étant l'induction suivant un axe binaire et K un coefficient numérique, tendant vers zéro quand l'intensité du champ augmente.

» Pour vérifier l'exactitude de ces formules, je ferai remarquer que, si l'on désigne par Q et T l'induction suivant les axes quaternaires et ternaires, elles nous fournissent la relation $3T + Q = 4R$, qui permet de calculer R, connaissant T et Q. Or, dans des champs sensiblement égaux à 77 et 327 C.G.S., M. Weiss a obtenu les valeurs suivantes, pour T : 347 et 418; pour Q : 271 et 365; pour R : 323 et 403. Or, la formule précédente donne pour R les valeurs 325 et 404; il y a donc concordance parfaite. Pour ces valeurs du champ, K est à peu de chose près égal à $-\frac{1}{6}$ et $-\frac{1}{10}$.

» D'autre part, ces mêmes formules permettent de calculer la composante B' de l'induction parallèle au champ : on en tire en effet

$$B' = R + RK(\cos^2\alpha\cos 2\alpha + \cos^2\beta\cos 2\beta + \cos^2\gamma\cos 2\gamma).$$

» Si l'on considère B' comme un rayon vecteur, cette équation représente une surface ayant pour éléments de symétrie les éléments de symétrie du cube, et nous la désignerons sous le nom de *surface des inductions parallèles*. Or il est facile de voir que le coefficient de K, dans cette équation, est nul pour toutes les directions perpendiculaires à un axe ternaire, par conséquent la courbe d'intersection par un plan diamétral parallèle à une face de l'octaèdre est un cercle : ce que M. Weiss a vérifié expérimentalement.

» On voit donc que les formules données plus haut reproduisent toutes les particularités constatées expérimentalement. Elles permettront donc de calculer l'induction et ses cosinus directeurs en fonction des cosinus directeurs du champ.

» L'étude de la surface des inductions parallèles fournit quelques conclusions intéressantes. Et d'abord, cette induction parallèle a même valeur pour toutes les génératrices d'un cône ayant pour équation

$$\cos^2\alpha\cos 2\alpha + \cos^2\beta\cos 2\beta + \cos^2\gamma\cos 2\gamma = C.$$

Suivant la valeur de C, le cône se compose de trois nappes ayant pour axes les axes quaternaires, ou de quatre nappes ayant pour axes les axes ternaires; les deux catégories de cônes étant séparées par les plans diamétraux perpendiculaires aux ternaires et qui correspondent à la valeur $C = 0$.

» Il est une valeur particulièrement intéressante de C, la valeur $-\frac{1}{k}$. Pour toutes les génératrices de ce cône, l'induction est perpendiculaire sur la direction du champ; pour toutes les directions à l'intérieur du cône, l'induction fait un angle aigu avec la direction du champ et le corps est

paramagnétique, tandis qu'il est diamagnétique pour toutes les directions à l'extérieur du cône. Mais, pour que ce cône soit réel, il faut que k soit plus grand que 3 ou plus petit que -1; or il est probable que, le plus souvent, k est plus petit que l'unité en valeur absolue. Il faut donc s'attendre à ne rencontrer qu'exceptionnellement des corps paramagnétiques suivant certaines directions et diamagnétiques suivant d'autres.

» Si l'on considère successivement toute les directions d'un plan comme directions du champ, en général la projection de l'induction sur le plan ne coïncidera pas avec la direction du champ ; cette coïncidence se produit pour quatre directions, qui sont celles des rayons vecteurs maxima ou minima de la courbe d'intersection par le plan de la surface des inductions parallèles. En outre, on démontre sans difficulté que les cônes d'égale induction parallèle passant par ces quatre directions sont tangents au plan et que ces directions sont des axes de moyennes distances *perpendiculaires* sur leur direction conjuguée par rapport aux projections sur le plan des quatre axes ternaires du cristal.

» En passant, je ferai remarquer que cette construction des axes d'une section diamétrale s'applique à toutes les surfaces ayant la symétrie du cube et dont l'équation ne renferme que les expressions

$$x^2+y^2+z^2,\quad x^2y^2+x^2z^2+y^2z^2.$$

» J'ajouterai un mot sur les cristaux rhomboédriques. Si l'on prend pour axe des z l'axe ternaire, pour axe des y un axe binaire et pour axe des x la commune perpendiculaire aux deux autres axes, on obtient pour les composantes de l'induction les expressions

$$\begin{aligned}X &= A\cos\alpha(1+k\cos2\gamma)+B\cos\gamma(\cos^2\alpha-\cos^2\beta),\\ Y &= A\cos\beta(1+k\cos2\gamma)-2B\cos\alpha\cos\beta\cos\gamma,\\ Z &= C\cos\gamma(1+k_1\cos2\gamma).\end{aligned}$$

» On voit donc que, si C est nul ou suffisamment petit pour être pratiquement considéré comme nul, l'induction sera perpendiculaire à l'axe ternaire pour toute direction du champ, et nulle quand le champ coïncidera avec cet axe ternaire. C'est ce qui a lieu, d'après M. Weiss, dans la pyrrhotine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des bases pyridiques sur les quinones tétrahalogénées. — Dérivés hydroquinoniques.* Note de M. **Henri Imbert**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai indiqué précédemment que les bases pyridiques, dont les deux positions α sont libres, réagissent sur le chloranile et le bromanile en donnant des corps de la forme

$$R.C^5H^3Az - C^6X^2O^2 - OH \quad \text{ou} \quad {R \atop HO}\!\!>\!C^5HAz = C^6X^2O^2.$$

» Ces produits, sous l'influence des bases, perdent facilement un atome d'halogène, qui est remplacé par OM′ (M′ étant un métal monovalent). Les acides mettent alors en liberté un corps rouge de la formule

$$R.C^5H^3Az - C^6X(OH)O^2 - OH,$$

en supposant la formule pyridique, qui est la plus probable.

» J'ai voulu m'assurer que la fonction quinonique persiste réellement dans la molécule en réduisant le corps $C^5H^4Az - C^6Cl^2O^2 - (OH)$.

» 6^{gr} à 7^{gr} de ce dérivé pulvérisé ont été mis en suspension dans une solution concentrée d'anhydride sulfureux, portée ensuite à l'ébullition. De nouvelles quantités d'acide ont été ajoutées de temps en temps, de façon à faire disparaître la partie solide, et le liquide filtré a été concentré par évaporation. Il s'est ainsi formé des cristaux, que l'on peut obtenir d'un blanc très légèrement gris par plusieurs cristallisations dans l'eau bouillante.

» Soumis à l'analyse ces cristaux ont donné les résultats suivants :

» Carbone, 41,33; hydrogène, 2,69; chlore, 11,4; azote, 4,75; soufre, 10,09.

» L'acide pyridyl-monochlorhydroquinone sulfonique

$$C^5H^4Az - C^6Cl(SO^3H)(OH)^2 - OH$$

contiendrait :

» Carbone, 41,37; hydrogène, 2,51; chlore, 11,18; azote, 4,40; soufre, 10,07.

» Indépendamment de la réduction des deux fonctions quinoniques, il y a donc eu remplacement d'un des atomes de chlore de la molécule par $(SO^3H)'$. Il convient de rapprocher ce fait de celui que j'ai déjà signalé : les corps de la forme $R.C^5H^3Az - C^6X^2O^2(OH)$ perdent, sous l'influence des alcalis, un de leurs atomes d'halogène, pour donner $R.C^5H^3Az - C^6X(OH)O^2 - OH$, montrant ainsi la différence de facilité de substitution de ces deux atomes.

» L'existence du radical (SO^3H) est encore démontrée par l'acidité énergique du corps qui, en solution aqueuse, rougit fortement le tournesol.

» Cet acide se dissout en petite quantité dans l'alcool froid et concentré, il est à peu

près insoluble dans l'éther. Il se dissout peu dans l'eau froide, plus facilement dans l'eau bouillante, d'où il se dépose par refroidissement en fines aiguilles nacrées.

» Traitée par une base alcaline la solution aqueuse se colore rapidement en brun au contact de l'oxygène atmosphérique, réaction due aux nombreuses fonctions phénoliques de la molécule.

» Le perchlorure de fer donne une coloration rouge foncé.

» Quelques cristaux de cet acide sulfonique, placés dans un verre de montre et mis au contact d'une solution de sulfate ferreux, donnent une coloration bleue caractéristique.

» Avec une solution cuivrique alcaline, il se forme à chaud un précipité d'oxydule de cuivre.

» Les sels de platine en solution étendue produisent une coloration rouge vif.

» *Pyridyl-monoxydichlorhydroquinone.* — Les eaux mères séparées des cristaux précédents donnent, par addition d'acétate de soude, un précipité jaune brunissant rapidement. Le précipité, lavé avec de l'acide sulfurique étendu, perd toute coloration. Il reste alors un corps à peine teinté de jaune, c'est le sulfate de pyridyloxydichlorhydroquinone $SO^4H^2[C^5H^4Az - C^6Cl^2(OH)^2(OH)]$. Soumis, en effet, à l'analyse pour le dosage du chlore et de l'acide sulfurique il a donné :

Chlore.........	12,43 pour 100	Acide sulfurique...	5,19 pour 100

alors que la théorie pour la formule précédente serait :

Chlore..........	12,43 pour 100	Acide sulfurique...	5,60 pour 100

» Ce sulfate est cristallisé, incolore, mais il rougit assez rapidement au contact de l'air, surtout à la lumière.

» Il se dissout un peu dans l'eau froide, plus faiblement dans l'eau bouillante, plus faiblement encore dans les solutions alcalines qui deviennent rapidement brunes.

» La solution aqueuse rougit sous l'influence des oxydants, acide azotique, perchlorure de fer, et réduit à chaud la liqueur cupropotassique.

» Les modes de formation de ces deux nouveaux corps, par réduction du dérivé quinonique, aussi bien que leur avidité pour l'oxygène et leurs propriétés réductrices, montrent bien que la fonction quinonique n'est pas altérée dans les dérivés provenant de l'action des bases pyridiques sur les quinones tétrahalogénées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation des carbures benzéniques au moyen du bioxyde de manganèse et de l'acide sulfurique.* Note de M. **H. Fournier**, présentée par M. A. Haller.

« Plusieurs chimistes ont étudié l'action du bioxyde de manganèse, seul ou en présence de l'acide sulfurique, sur les carbures benzéniques et sur quelques-uns de leurs dérivés.

» L'oxydation du toluène a donné l'aldéhyde benzoïque et celle des *o*- et *p*-nitrotoluènes a conduit aux aldéhydes nitro-benzoïques correspondants; le nitro-métaxylène a été pareillement transformé en aldéhyde nitro-méta-toluylique (Brevets français n[os] 276258 pris par la Société chimique des Usines du Rhône, n[os] 294227 et 294490 pris par la Badische Anilin Fabrik). Weiler (*D. ch. G.*, t. XXXIII) a de même préparé de la diméthylbenzaldéhyde sym. à partir du mésitylène.

» Je me suis proposé d'étendre cette méthode d'oxydation à d'autres homologues de la benzine.

» Le mode opératoire que j'ai employé est le suivant : A un mélange de 90^{gr} de carbure et de 300^{gr} d'acide sulfurique ($d=1,53$), on ajoute 70^{gr} de bioxyde de manganèse régénéré, par portions de 5^{gr} à 7^{gr}, et en agitant fréquemment. L'opération se fait entièrement à froid. Le produit de la réaction est versé dans l'eau glacée, puis distillé dans un courant de vapeur d'eau. L'huile qui surnage est un mélange de plusieurs corps, en particulier de l'aldéhyde formée et du carbure inaltéré. Elle est décantée et agitée avec une solution cencentrée de bisulfite de sodium. La combinaison qui se dépose est essorée, lavée avec de l'éther, puis décomposée par le carbonate de sodium. L'aldéhyde mise en liberté est isolée par distillation. Quant au carbure inattaqué, il est séparé par décantation des eaux mères bisulfitiques, lavé au carbonate de sodium et à l'eau, séché sur le chlorure de calcium et rectifié : il pourra servir à une nouvelle oxydation.

» *Oxydation de l'ortho-xylène.* — On traite 450^{gr} d'*o*-xylène par portions de 90^{gr} chacune comme il vient d'être dit, et l'on obtient 55^{gr} environ d'aldéhyde *o*-tolnique, en même temps que l'on récupère 320^{gr} d'*o*-xylène : le rendement en aldéhyde est donc de 37 pour 100.

» *Oxydation du pseudocumène.* — 500^{gr} de pseudocumène sont oxydés de la même manière que l'*o*-xylène. On récupère 300^{gr} environ de carbure et l'on obtient 50^{gr} d'aldéhyde bouillant à 224°-226°, ce qui constitue un rendement de 22 pour 100. Ce corps avait déjà été obtenu par d'autres méthodes. J'en ai préparé la phénylhydrazone qui se sépare de l'alcool ou de la ligroïne en paillettes blanches fusibles à 91°. Elle est identique à la phénylhydrazone de l'aldéhyde $C^6H^3 \begin{cases} CH^3 \ (1) \\ CH^3 \ (2) \\ CHO \ (4) \end{cases}$ qui avait été obtenue par l'action de HCl et de CO sur l'*o*-xylène en présence du $AlCl^3$ et du Cu^2Cl^2 (*Centralblatt Ch.*, 1898 [2], 952).

» *Oxydation du paracymène.* — La plus grande partie du cymène employé se retrouve inaltérée, 200^{gr} environ sur les 300^{gr} qui avaient été soumis à l'oxydation. Une petite quantité d'aldéhyde cuminique a pris naissance, elle a été caractérisée par sa phénylhydrazone fusible à 128°-129°. Ainsi l'oxydation a porté sur le groupe CH^3 du cymène.

» *Oxydation de l'éthylbenzène.* — 300^{gr} de ce carbure ont été soumis à l'expérience. Le produit de la réaction est distillé dans un courant de vapeur d'eau, l'huile

surnageante décantée est agitée avec du bisulfite de sodium. Un faible précipité se dépose; on en extrait de l'aldéhyde benzoïque. La partie de l'huile qui ne se combine pas au bisulfite est formée d'éthylbenzène inaltéré (210^{gr} environ) et d'acétophénone; celle-ci a été caractérisée par par sa phénylhydrazone fusible à 105°.

» L'oxydation de l'éthylbenzène $C^6H^5.CH^2.CH^3$ s'est donc effectuée de deux manières différentes: d'une part, il y eu oxydation du groupe CH^2 d'où résulte l'acétophénone $C^6H^5.CO.CH^3$; d'autre part, mais pour une très faible partie, oxydation de la chaîne C^2H^5 d'où résulte l'aldéhyde benzoïque. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'ammoniaque sur le chlorure de benzyle et conditions de formation de la benzylamine.* Note de M. **René Dhommée**, présentée par M. A. Haller.

« La réaction d'un éther à hydracide sur l'ammoniaque donne le plus souvent d'une manière directe un sel d'amine primaire avec de faibles quantités de sels d'alcalis secondaires et tertiaires; dans certaines circonstances, cependant, ces derniers se produisent en quantité prédominante. J'ai étudié de plus près, sur quelques exemples, les conditions qui déterminent le sens de la réaction.

» L'action du chlorure de benzyle sur l'ammoniaque, ordinairement utilisée pour préparer la benzylamine, est un des cas particuliers dont il s'agit ici; d'après Cannizaro (¹) et Limpricht (²), elle fournit la benzylamine en plus faible proportion que la dibenzylamine et la tribenzylamine. Mason (³) a obtenu un meilleur rendement en benzylamine (25 pour 100 du chlorure de benzyle), mais toujours avec prépondérance des deux autres bases (dibenzylamine, 30 pour 100; tribenzylamine, 6 pour 100).

» J'ai suivi le mode de dosage suivant. Il est, au début, identique à celui de Mason. On évapore à sec le produit de la réaction du chlorure de benzyle sur l'ammoniaque. La tribenzylamine est la partie insoluble dans l'eau. On concentre le liquide légèrement acidulé par l'acide chlorhydrique. La mono et la dibenzylamine sont mises en liberté par un excès de potasse et recueillies par agitation avec l'éther. Suivant une réaction due à Seelig (⁴), j'ai précipité la benzylamine à l'état de carbonate acide par un courant de gaz carbonique sec dans la solution éthérée, préalablement desséchée par la potasse. L'éther éliminé, la solution donne la dibenzylamine.

(¹) Cannizaro, *Liebig's Ann.*, Suppl. IV, p. 24.
(²) Limpricht, *Liebig's Ann.*, t. CXLIV, p. 305.
(³) Mason, *Chem. Soc.*, t. LXIII, p. 1313.
(⁴) Seelig, *Ber. d. ch. G.*, t. XXIII, p. 2971.

» Dans les expériences comparatives qui suivent, j'ai opéré sur 10gr de chlorure de benzyle et la durée du contact a été de cinq jours, en général.

» 1° *Nature du dissolvant.* — a. *Fonction chimique.* — La réaction n'a pas lieu dans le pentane, la benzine, le toluène, le xylène, l'éther, l'acétone. Elle est très lente dans l'eau; après cinq jours d'agitation mécanique du mélange de chlorure de benzyle et d'eau ammoniacale, il restait encore une grande quantité de chlorure de benzyle non décomposé. Elle est plus rapide dans l'alcool. Le volume du dissolvant était de 1000cc (T = 15°).

Dissolvant.	AzH^3.	Benzylamine.	Dibenzylamine.	Tribenzylamine.
	gr	gr	gr	gr
Eau	170	1,51	0,67	0,00
Alcool à 95°...	70,50	3,33	0,83	0,20

» b. *Poids moléculaire.* — Le poids d'AzH^3 était de 54gr et le volume de l'alcool de 1000cc (T = 15°).

Alcool.	Benzylamine.	Dibenzylamine.	Tribenzylamine.	Chlorure de benzyle détruit.
	gr	gr	gr	gr
Amylique.....	1,38	2,30	4,08	9,92
Isobutylique...	1,04	2,50	3,42	8,96
Éthylique.....	2,56	1,19	0,31	4,94
Méthylique....	1,27	1,19	0,08	3,12

» La réaction est beaucoup plus complète dans les alcools de poids moléculaire élevé que dans l'alcool méthylique. Cela est contraire au principe énoncé par Menschutkin [1] : « Le milieu devient de plus en plus désavantageux pour la rapidité de la » réaction, lorsque le poids moléculaire augmente ».

» Le rendement en benzylamine étant maximum dans l'alcool éthylique, je l'ai employé comme dissolvant dans les expériences suivantes.

» 2° *Richesse du dissolvant alcoolique.* — Le poids d'AzH^3 était de 86gr,4 et le volume de l'alcool éthylique de 1000cc (T = 15°).

Degré de l'alcool.	Benzylamine.	Dibenzylamine.	Tribenzylamine.
	gr	gr	gr
95°..................	3,54	0,72	0,15
60°..................	3,51	2,22	0,08

» A partir d'une concentration suffisante, la richesse de l'alcool n'exerce aucune action sur la formation de benzylamine. L'alcool à 60° est favorable à la production de dibenzylamine et celui à 95° à celle de tribenzylamine.

» 3° *Température.* — Le volume de l'alcool à 60° était de 500cc et le poids d'AzH^3 de 50gr.

Durée de l'expérience.	Température.	Benzylamine.	Dibenzylamine.	Tribenzylamine.
	°	gr	gr	
5 jours...........	15	2,97	2,28	traces.
24 heures.........	100	2	3,10	traces.

(1) Menschutkin, *Zeitschrift für physik. Chem.*, t. VI, p. 41.

» La benzylamine se forme mieux à froid qu'à chaud. L'inverse a lieu pour la dibenzylamine.

» 4° *Proportion du dissolvant pour un même poids d'ammoniaque.* — Le poids d'AzH^3 était de 35gr,25 (T = 15°).

Alcool à 95°.	Benzylamine.	Dibenzylamine.	Tribenzylamine.
cc	gr	gr	gr
500	2,33	1,86	0,90
1000	2,07	1,20	1,60
1500	2,30	1,28	0,73

» La dilution exerce peu d'influence sur les proportions des produits formés.

» 5° *Proportion d'*AzH^3 *pour un même volume du dissolvant.* — Le volume de l'alcool à 60° était de 1000cc (T = 15°).

AzH^3.	Benzylamine.	Dibenzylamine.	Tribenzylamine.
gr	gr	gr	gr
25	1,94	2,26	0,50
50	2,97	2,28	traces
100	3,98	1,66	traces

» L'augmentation de la quantité d'AzH^3 fait croître le rendement en benzylamine et diminue le rendement en tribenzylamine. Le rendement en dibenzylamine est maximum pour 50gr d'AzH^3.

» 6° *Ammoniaque et dissolvant variant dans la même proportion.* — 10cc d'alcool à 95° contiennent 0gr,705 d'AzH^3 (T = 15°).

Volume.	AzH^3.	Benzylamine.	Dibenzylamine.	Tribenzylamine.
cc	gr	gr	gr	gr
4 × 10 = 40	4 × 0gr,705 = 2,82	0,42	0,48	5,24
10 = 100	10 = 7,05	0,66	2,15	3,09
50 = 500	50 = 35,25	2,33	1,86	0,90
100 = 1000	100 = 70,5	3,33	0,83	0,20
150 = 1500	150 = 105,75	4,26	0,64	0,11
300 = 3000	300 = 211,5	4,45	1,68	0,00

» L'alcool et l'ammoniaque variant simultanément donnent les mêmes résultats que précédemment. L'alcool étant saturé d'AzH^3, le volume n'intervient que pour en mettre une plus grande quantité en réaction. La première expérience est une préparation de tribenzylamine et la dernière une préparation de benzylamine.

» De toutes ces expériences il résulte que la benzylamine se forme surtout en présence d'un grand excès d'ammoniaque. Le rendement en benzylamine atteint 44,5 pour 100 du chlorure de benzyle. Pour préparer la benzylamine, il est donc préférable de se contenter d'un rendement de 42,6 pour 100, et de n'employer que 15lit d'alcool au lieu de 30lit. La richesse alcoolique du dissolvant n'intervenant pas dans la réaction, l'alcool pourra être pris à 60°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'amine dérivée du prétendu binaphtylène-glycol.* Note de M. R. Fosse, présentée par M. A. Haller.

« En traitant par AzH^3 l'éther bromhydrique du prétendu binaphtylène-glycol $\begin{matrix} C^{10}H^6 - C - Br \\ | \quad\quad \| \\ C^{10}H^6 - C - OH \end{matrix}$ (1), Rousseau a cru obtenir l'amine

$$(3)\quad \begin{matrix} C^{10}H^6 - C - AzH^2 \\ | \quad\quad \| \\ C^{10}H^6 - C - OH \end{matrix}.$$

J'ai déjà démontré, par synthèse, dans une précédente Note, que l'éther bromhydrique du prétendu binaphtylène-glycol n'est autre que le monobromodinaphtoxanthène (2) $Br - CH\langle\begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix}\rangle O$, et que l'action de AzH^3 sur ce corps conduit à une amine secondaire, la bis-dinaphtoxanthène-amine (4) $O\langle\begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix}\rangle CH - AzH - CH\langle\begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix}\rangle O$. Cette amine est identique à celle de Rousseau : même point de fusion (230° avec décomp.), même forme cristalline, mêmes résultats à l'analyse. De même que j'ai remplacé la formule (1) par (2), de même il faut remplacer (3) par (4).

» *Action des hydracides.* — Par l'action de HBr fumant sur l'amine à 100° Rousseau a cru obtenir un bromhydrate qu'il représente par

$$(5)\quad \begin{matrix} C^{10}H^6 - C - AzH^2Br + HBr \\ | \quad\quad \| \\ C^{10}H^6 - C - OH \end{matrix}.$$

» Pour établir cette formule, il se contente de doser le brome seulement, il néglige les autres éléments, surtout l'azote, et il commet ainsi l'erreur de décrire, comme bromhydrate d'amine, un corps dépourvu d'azote. En réalité, l'amine dont la formule n'est pas (5) mais (4), traitée par HBr fumant à 100°, se dissout avec une coloration rouge sang, en donnant AzH^4Br et le bromodinaphtoxanthène : $Br\,CH\langle\begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix}\rangle O$

$$O\langle\begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix}\rangle CH - AzH - CH\langle\begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix}\rangle O + 3HBr$$
$$= AzH^4Br + 2Br - CH\langle\begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix}\rangle O.$$

» Par l'action de HCl, Rousseau a cru également obtenir un chlorhydrate d'amine; cette action, toute semblable à la précédente, donne AzH^4Cl et le chlorodinaphtoxanthène.

» *Action de l'alcool sur les prétendus sels d'amine.* — En chauffant avec de l'alcool ces prétendus sels d'amine, ce chimiste annonce qu'il se forme l'anhydride de son glycol $C^{22}H^{22}O$, ce qui ne peut avoir lieu que d'après l'équation suivante, en admettant pour l'instant les formules de ces corps

$$(6)\quad \begin{array}{l} C^{10}H^{6} - C - AzH^{2}.HBr \\ \vert \qquad\quad \Vert \\ C^{10}H^{6} - C - OH \end{array} = AzH^{4}Br + \begin{array}{l} C^{10}H^{6} - C \\ \vert \qquad\quad \Vert \\ C^{10}H^{6} - C \end{array}\!\!>O.$$

» Or il constate qu'il ne se forme point de AzH^4Cl, qu'il ne se dégage pas d'azote et que, bien plus, l'alcool possède une forte réaction acide; il se voit dans l'obligation d'admettre, il est vrai, sous les réserves les plus expresses, qu'il y a eu production de quelque composé azoté mal défini, peut-être un produit de la série du cyanogène.

» D'après ce qui précède, le bromodinaphtoxanthène formé par l'action de HBr sur l'amine, traité par l'alcool bouillant, a donné, d'après la curieuse réaction que j'ai fait connaître dans une précédente Note, du dinaphtoxanthène (prétendu anhydride du glycol), HBr (explication de la réaction très acide de l'alcool) et enfin de l'aldéhyde éthylique (passé inaperçu). L'équation (6) doit être remplacée par (7)

$$(7)\qquad Br - CH\left\langle\begin{array}{c} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{array}\right\rangle O + C^{2}H^{6}O = HBr + CH^{2}\left\langle\begin{array}{c} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{array}\right\rangle O + C^{2}H^{4}O.$$

» *Action du chlorure de platine.* — En traitant la solution chlorhydrique de son amine, par $PtCl^4$, Rousseau a cru obtenir un chloroplatinate d'amine; ici encore, il néglige de doser l'azote et ne dose que le platine. L'analyse complète du précipité rouge cristallin, lavé à l'eau chaude, montre que c'est un chlorure double de platine et de dinaphtoxanthène $PtCl^4 + 2\,Cl\,CH\left\langle\begin{array}{c} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{array}\right\rangle O$ identique au chlorure double que j'ai déjà décrit et obtenu en ajoutant $PtCl^4$ à la solution chlorhydrique de $Cl\,CH\left\langle\begin{array}{c} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{array}\right\rangle O$.

» *En résumé : a.* L'amine, qu'on a fait dériver à faux du binaphtylène-glycol et à laquelle on a attribué la formule $\begin{array}{l} C^{10}H^{6} - C - OH \\ \vert \qquad\quad \Vert \\ C^{10}H^{6} - C - AzH^{2} \end{array}$, dérive du dinaphtoxanthène et possède la formule

$$O\left\langle\begin{array}{c} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{array}\right\rangle CH - AzH - CH\left\langle\begin{array}{c} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{array}\right\rangle O;$$

c'est la bis-dinaphtoxanthène-amine.

» *b.* Les hydracides fumants ne transforment pas cette amine en sels, mais la décomposent en AzH^4Cl ou AzH^4Br et en mono, chloro ou bromo-dinaphtoxanthène $X - CH\left\langle\begin{array}{c} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{array}\right\rangle O$.

» *c*. La solution de l'amine dans les hydracides additionnée de $PtCl^4$ donne du chloroplatinate d'AzH^4 et un chlorure double de platine et de dinaphtoxanthène

$$PtCl^4 + 2Cl - CH\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle O. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés nitrés de l'arabite et de la rhamnite; constitution de certains éthers nitriques*. Note de MM. **Léo Vignon** et **F. Gerin**.

« Nous avons démontré, dans des Communications précédentes ([1]), que les éthers nitriques des alcools à chaîne ouverte dont l'atomicité est égale ou supérieure à 4 étaient doués de propriétés réductrices par rapport à la liqueur cupropotassique.

» Ces conclusions sont confirmées par l'étude des dérivés nitrés de l'arabite et de la rhamnite.

» *d.-Arabite pentanitrée.* — Nous sommes partis de 10gr de *d*.-arabinose, qui ont été réduits par 190gr d'amalgame de sodium à 2 ½ pour 100 en solution neutre (Kiliani). Nous avons obtenu, après purification, 2gr d'arabite pure cristallisée, fondant à 100°-101°, sans pouvoir réducteur.

» Ce produit a été nitré en employant, pour 1gr, 5gr d'acide nitrique fumant (49°) refroidi à —5°; après un quart d'heure de contact, on a ajouté 10gr SO^4H^2(66°Bé) qui a précipité le dérivé nitré : on a versé le mélange dans l'eau glacée en excès et l'on a obtenu une substance sirupeuse, blanche, incristallisable, soluble dans l'alcool, l'éther et l'acétone. Après dessiccation dans le vide, on a dosé l'azote :

Trouvé .... Az = 18,4 pour 100.

Calculé pour $\underset{AzO^3}{CH^2} - \underset{AzO^3}{CH} - \underset{AzO^3}{CH} - \underset{AzO^3}{CH^2}$ .... Az = 18,57 »

» Ce produit *réduit énergiquement* la liqueur cupropotassique.

» *Rhamnite pentanitrée.* — On a réduit 10gr de rhamnose par 210gr d'amalgame de sodium (Fischer) et l'on a obtenu 1gr,8 de rhamnite fondant à 122°-123°, ne réduisant pas.

» La nitration, suivant le procédé précédemment décrit, a donné un produit pâteux blanc, incristallisable, peu soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'éther, facilement soluble dans l'acétone, renfermant :

Trouvé .... Azote = 17,6

Calculé pour $CH^3 - \underset{AzO^3}{CH}\ \underset{AzO^3}{CH}\ \underset{AzO^3}{CH}\ \underset{AzO^3}{CH}\ \underset{AzO^3}{CH^2}$ .... Azote = 17,9 pour 100.

» Ce corps *réduit avec énergie* la liqueur cupropotassique.

([1]) *Comptes rendus*, 7 octobre 1901 et numéros précédents.

» *Constitution de certains éthers nitriques.* — Comment peut-on interpréter les propriétés réductrices des éthers nitriques de certains alcools (*érythrite, mannite, dulcite, arabite, rhamnite*)?

» Les formules planes de ces alcools les représentent comme formés par des chaînes renfermant un certain nombre de groupes (—CH.OH—), terminées par $(-CH^3)$ ou $(-CH^2OH)$.

» Par la nitration, les groupes — CH — OH, transformés en $CH.AzO^3$, deviennent acides. Si ces groupes sont *suffisamment nombreux* dans la molécule, le dérivé nitré du groupe alcoolique primaire terminal $-CH^2OH$ s'oxyde et donne un groupe hydrate d'aldéhyde : $-CH\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup OH}{\diagdown OH}$.

» La formation de l'hydrate de chloral $CCl^3 - CH\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup OH}{\diagdown OH}$ est un exemple de cette réaction.

» Dès lors, la nitration des alcools à chaîne ouverte d'atomicité égale ou supérieure à 4 peut être représentée ainsi :

» Dans une première phase, l'acide nitrique oxyde le groupement CH^2OH terminal, en même temps qu'il éthérifie les groupements du centre — CH.OH.

$$CH.OH - CH^2.OH + (AzO^3H)^2 = CH(AzO^3) - CH\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup OH}{\diagdown OH} + AzO^2H + H^2O.$$

» Dans une seconde phase, l'acide nitreux réagit sur l'hydrate d'aldéhyde en donnant

$$CH(AzO^3) - CH\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup OH}{\diagdown OH} + AzO^2H = CH(AzO^3) - CH\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup OH}{\diagdown OAzO} + H^2O.$$

» Ce dérivé isonitrique réduira évidemment la liqueur cupropotassique. En effet, on aura les deux réactions successives :

$$-CH\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup OH}{\diagdown OAzO} + KOH = -CHO + AzO^2K + H^2O,$$

l'aldéhyde formée réduisant ensuite l'oxdyde cuivrique.

» Nos expériences montrent que cet éther d'hydrate d'aldéhyde ne peut se former que lorsque la somme des groupements acides $-CHAzO^3-$ dans la molécule est au moins égale à 2, c'est-à-dire lorsque la chaîne interne acquiert des propriétés suffisamment acides pour permettre la formation du groupement terminal hydrate d'aldéhyde $-CH\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup OH}{\diagdown OH}$ et de son éther.

» L'influence de cette chaîne à groupements acides est mise en évidence par ce fait, que l'éther tétranitrique de la pentaérythrite de Tollens

$$\begin{array}{c} CH^2AzO^3 \\ | \\ AzO^3CH^2 - C - CH^2.AzO^3 \\ | \\ CH^2AzO^3 \end{array}$$

ne possède aucune action réductrice. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide glycérophosphoreux et les glycérophosphites.* Note de MM. **Auguste Lumière**, **Louis Lumière** et **F. Perrin**, présentée par M. Marey.

« Nous avons pu préparer ces nouveaux corps en faisant réagir le trichlorure de phosphore sur la glycérine.

» Dans 137 parties de trichlorure de phosphore, on ajoute peu à peu, en agitant, un léger excès de glycérine, soit 100 parties. La réaction s'établit dès le début de l'opération et il se dégage de l'acide chlorhydrique; le mélange tend à s'échauffer et doit être refroidi par un courant d'eau, il importe aussi de régler les additions successives de glycérine de façon à éviter l'élévation de la température.

» Lorsque la réaction est terminée, on a un sirop épais, que l'on dissout dans l'eau en refroidissant, La solution renferme, en même temps que l'excès de glycérine, de l'acide chlorhydrique et de l'acide glycérophosphoreux, dont la formation peut être représentée par l'équation suivante :

$$PCl^3 + C^3H^5(OH)^3 = O = PH\begin{cases} OC^3H^5(OH)^2 \\ OH \end{cases} + 3HCl.$$

» Pour éliminer l'acide chlorhydrique et préparer les glycérophosphites, nous avons employé le procédé suivant :

» 1° La solution est traitée par l'oxyde d'argent humide, jusqu'à ce que la liqueur ne précipite plus, ni par le nitrate d'argent, ni par l'acide chlorhydrique; après filtration, on sature l'acide glycérophosphoreux par une base, la chaux par exemple : la solution est ensuite concentrée à basse température, puis traitée par l'alcool, qui dissout l'excès de glycérine et précipite le glycérophosphite de chaux.

» Ce corps, essoré et desséché dans le vide, peut être porté à l'étuve à 110° sans décomposition.

» 2° On peut aussi saturer le mélange d'acide glycérophosphoreux et d'acide chlorhydrique par le carbonate de chaux, concentrer à basse température jusqu'à consis-

tance sirupeuse et précipiter la solution par l'alcool froid, qui dissout le chlorure de calcium et précipite le glycérophosphite [1].

» L'acide glycérophosphoreux n'a pu être isolé; lorsqu'on veut évaporer sa solution, il se saponifie. A froid et à l'état libre, il se décompose lentement. Fraîchement préparée, la solution d'acide glycérophosphoreux, sursaturée par l'ammoniaque, reste limpide après addition de chlorure de calcium; abandonnée à elle-même pendant douze heures ou chauffée, elle donne dans les mêmes conditions un précipité de phosphite de calcium.

» La plupart des glycérophosphites sont solubles dans l'eau; une solution neutre de glycérophosphite de sodium ou d'ammonium ne donne pas de précipité avec les sels de cuivre, de fer, de zinc, de nickel, de plomb, de mercure, de manganèse; le nitrate d'argent donne un précipité blanc qui noircit rapidement.

» Le sel de calcium se présente sous forme d'une poudre cristalline blanche, extrêmement soluble dans l'eau, déliquescente; sa solution aqueuse est stable et peut être portée à l'ébullition sans être altérée; additionnée de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, elle se décompose rapidement à 100°.

» Les glycérophosphites alcalins sont solubles dans l'alcool; ceux de baryum et de calcium sont insolubles dans ce liquide.

» Nous nous proposons de poursuivre l'étude de ces substances, dont les propriétés pharmacodynamiques paraissent intéressantes. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle Microsporidie,* Pleistophora mirandellæ, *parasite de l'ovaire d'*Alburnus mirandella *Blanch.* Note de MM. **C. Vaney** et **A. Conte**, présentée par M. Alfred Giard.

« Au mois de juin 1900, nous avons trouvé un individu d'*Alburnus mirandella* Blanch. dont l'ovaire était complètement infesté par une Microsporidie à spores de très grande taille. Ces spores étaient renfermées dans des kystes de deux sortes :

» 1° Des kystes de petite taille, à paroi résistante, se retrouvant intacts dans les frottis et ayant un aspect sombre dû à l'accumulation des spores

---

[1] Le dosage de la chaux dans le composé obtenu a donné le résultat suivant :

Trouvé.	Calculé.
16,25 pour 100	16 pour 100

dans la région centrale. Ces kystes ne renferment que des petites spores (microspores);

» 2° Des kystes de grande taille, à paroi peu résistante éclatant à la moindre pression, d'aspect plus clair, avec des spores éparses. Ces spores sont toutes de grande taille (macrospores).

» Les spores de forme ovoïde sont, comme on le voit, de deux sortes :

» 1° Les macrospores ayant une longueur de 12^{μ} sur 6^{μ} de large. Elles ont une vacuole et par l'eau iodée dévaginent un unique filament très long;

» 2° Les microspores, longues de $7^{\mu},5$ sur 4^{μ} de large, ayant la même structure que les précédentes.

» Étudiées sur des coupes, on constate que toutes ces spores renferment un noyau unique en forme de double T, placé perpendiculairement au grand axe de la spore dont la branche d'union suit le contour. Nous avons déjà signalé ce noyau dans *Henneguya tenuis* C. Van. et A. Conte; nous l'avons retrouvé depuis dans *Glugea bombycis* et *Nosema varians* Léger, ce dernier parasitant des larves de Chironomes.

» Lorsqu'on étudie les tissus infestés, on constate que ce sont les ovules qui sont envahis par le parasite. Un ovule parasité présente un grand nombre de cavités dans lesquelles se voit une masse arrondie offrant en son centre une grosse vacuole claire. C'est là la forme amœboïde du parasite. Quant au noyau, il paraît représenté par quelques granulations plus sombres à contours peu définis, placés dans le protoplasma. A l'intérieur de ces amibes se forment des spores qui, avant de prendre les caractères décrits ci-dessus, se multiplient activement et arrivent à être en nombre toujours assez considérable. C'est ce dernier caractère qui nous permet de faire rentrer notre parasite dans le genre *Pleistophora* Gurley.

» L'hôte se défend contre le parasite de deux façons :

» 1° Par formation, dans l'ovule même, et autour des amas de parasites, d'une membrane résistante;

» 2° Par pénétration d'éléments provenant du tissu conjonctif environnant; ces éléments sont de deux sortes :

» 1° Des éléments arrondis à contours bien définis;

» 2° Des éléments amœboïdes.

» A un moment donné, lorsque les kystes sont mûrs, la membrane résistante sous la pression du tissu conjonctif ambiant s'infléchit, se plisse; ce dernier tissu pénètre dans tous les replis; puis finalement la membrane se rompt en un point; les macrospores sont lancées éparses dans le tissu con-

jonctif environnant; quant aux kystes à microspores ils restent intacts. Cette dernière observation nous conduit à interpréter le dimorphisme des spores déjà entrevu par Kulagin dans *Glugea bombycis* et Léger dans *Nosema varians* de la façon suivante : les macrospores servent à la propagation de la maladie dans l'hôte et les microspores, par suite de la résistance de leurs kystes, probablement à la propagation hors de l'hôte. Aussi dans le tissu conjonctif de l'ovaire on ne trouve disséminés çà et là que des macrospores et des formes amœboïdes; c'est vraisemblablement sous ce dernier état que se fait l'invasion des ovules. »

ZOOLOGIE. — *L'histolyse saisonnière.* Note de M. G. **Bohn**, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus* du 14 octobre, p. 593) j'ai indiqué les modifications importantes qui se passent à l'approche de l'automne chez les Arénicoles fouisseuses et les Pectinaires tubicoles (disparition de branchies, perforations des téguments, etc.) et qui sont, comme je vais essayer de le prouver, le résultat d'une *histolyse saisonnière*. Les expériences dont je vais rendre compte ont été, comme les précédentes, exécutées au laboratoire maritime de Wimereux.

» I. Manifestations observées. — 1° *Troubles circulatoires.* — Les troubles le plus facilement observables sont les troubles circulatoires. Ceux-ci ont leur point de départ au niveau des branchies.

» En général, ces organes sont injectés par un sang rouge; si l'on vient à les toucher avec une aiguille, ils se rétractent en buissons incolores et la circulation cesse; ils sont encore plus sensibles aux agents chimiques : quelques gouttes d'ammoniaque déterminent des spasmes vasculaires au niveau de la branchie et des régions vasculaires voisines (anse parapodiale, replis sétigères dorsaux et ventraux).

» Ceci explique que l'eau marine a, suivant sa provenance, des actions diverses sur la circulation branchiale et tégumentaire des Arénicoles.

» *Première expérience* (3 septembre). — Une même Arénicole est placée alternativement dans de l'eau ayant contenu des *Ulva latissima* et dans de l'eau où ont séjourné des *Plocamium coccineum;* dans cette dernière, les branchies pâlissent plus ou moins, tandis que la circulation se rétablit dans la première.

» *Deuxième expérience.* — Six Arénicoles sont réparties dans deux cristallisoirs, l'un seulement renfermant du sable; au bout de deux jours les trois individus qui ont vécu enfouis ont encore toutes leurs branchies d'un beau rouge et étalées; les trois autres, au contraire, exposées aux produits d'excrétion, présentent des troubles circulatoires intenses et des phénomènes phagocytaires manifestes.

» 2° *Phenomènes phagocytaires.* — Une branchie a complètement disparu; les gaines des parapodes sont à moitié détruites par les phagocytes et renferment des œufs prêts à s'échapper au dehors; les téguments ventraux présentent des boursouflures dues à l'accumulation des phagocytes; chez un individu, ces altérations ont entraîné quelques perforations par où s'échappent les œufs.

» Ces phénomènes avaient été entrevus par Willem au laboratoire de Wimereux et signalés dans une belle étude sur l'excrétion des Arénicoles (¹), mais ce physiologiste avait considéré l'accumulation des leucocytes dans la gaine des parapodes et dans les téguments comme un phénomène d'excrétion normal; il aurait pu voir là un phénomène d'histolyse, car il a signalé la présence dans la lymphe de l'appendice caudal de fragments alimentaires (débris de coquilles de moules), présence qu'on peut expliquer par des perforations intestinales et la destruction des dissépiments postérieurs, phénomènes que j'ai observés.

» 3° *Troubles respiratoires.* — J'en parlerai dans un instant.

» II. Recherches des conditions déterminantes. — Tous ces troubles sont ceux qui caractérisent les métamorphoses, au sens que Giard a donné à ce mot (²). J'ai déjà indiqué, à propos des Crustacés (³), l'influence de l'habitat et de la saison sur ces phénomènes; j'ai montré que, d'une part, dans les fonds à *Lithothamnium*, d'autre part, à l'approche de l'hiver, les Crabes présentent la propriété d'*absorber de l'acide carbonique;* or, c'est là une des caractéristiques essentielles des métamorphoses; chez les animaux marins, l'absorption de l'acide carbonique serait souvent la conséquence d'une intoxication alcaline due aux Algues rouges et se manifestant avec plus d'intensité à l'automne. La curieuse expérience au sujet de l'action des *Plocamium* sur les branchies des Arénicoles est fort suggestive à cet égard, et je dois rappeler ici que Gamble et Ashworth ont distingué avec soin chez les Arénicoles la variété des sables et celle de la zone des Laminaires.

» III. Généralisation du phénomène. — L'influence des Algues et de la saison s'exerce sur beaucoup d'Annélides, et je rapproche les faits que j'ai observés sur l'Arénicole et la Pectinaire des *transformations épitokes* signalées par Claparède chez les Errants, et récemment chez les Sédentaires par MM. Mesnil et Caullery.

» Chez les Errants, on constate qu'à la maturation des organes génitaux, qui a lieu souvent à l'automne, correspond la *transformation des soies* (*soies de noce*) et parfois celle des néphridies; les œufs sont ainsi pondus et disséminés par une forme nageuse (*Heteronereis*).

» Chez un calcicole, *Dodecaceria concharum* Œrsted, qui vit parmi des Algues intoxicantes, les *Lithothamnium*, Mesnil et Caullery ont constaté des transformations analogues, surtout, semble-t-il, à certaines saisons; en mai et juin, la métamorphose

(¹) *Miscellanées biologiques*, dédiées au Professeur A. Giard; 1889.

(²) A. Giard, *Transformation et métamorphose* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 22 octobre 1898). — *Sur le déterminisme de la métamorphose* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 10 février, 1900).

(³) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, novembre 1898 et novembre 1899.

ne se produisant pas, les œufs ne peuvent s'échapper du corps (*viviparité*); quand elle se produit (automne, printemps), elle conduit soit à une forme pélagique, disséminatrice des œufs, soit à une forme plus sédentaire et très fragile.

» Ce dernier cas semble se rapprocher de celui des Arénicoles, où les *phénomènes phagocytaires* sont très *intenses au niveau de la gaine des soies,* comme au début d'une transformation épitoke; je ne pense pas que, chez les Arénicoles des sables, celle-ci puisse se produire à l'automne.

» *En résumé,* les transformations histolytiques présentées par les Annélides à l'automne, et accompagnées de troubles circulatoires et respiratoires d'origine toxique, auraient pour conséquence, soit la dissémination des œufs par une forme pélagique (épitokie), soit simplement l'expulsion des œufs par la rupture des téguments d'une forme restée sédentaire (exotokie matricide).

» Ces faits nous montrent, une fois de plus, la *grande importance des intoxications externes et internes* qui s'exercent sur l'évolution des êtres vivants, et en particulier *le rôle des Algues* au sein des eaux marines. Il serait intéressant de les rapprocher des phénomènes causés par la vie parasitaire, c'est-à-dire ayant lieu dans des milieux éminemment toxiques, et j'espère pouvoir ainsi expliquer prochainement la disparition des branchies, les mues et l'apparition d'orifices génitaux supplémentaires chez les Helminthes. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur quelques Fougères hétérosporées.* Note de M. B. **Renault**, présentée par M. E. Bornet.

« Aux époques anciennes, les plantes cryptogames hétérosporées étaient beaucoup plus nombreuses que de nos jours; j'ai démontré en 1873 (¹) que les *Équisétacées* fossiles, telles que les *Annularia*, les Astérophyllites, puis, un peu plus tard, les *Macrostachya* (²), possédaient deux sortes de spores, des macrospores et des microspores, les premières caractérisées par les trois lignes radiantes de déhiscence, les secondes par des cloisonnements internes formant les compartiments où se sont développées les cellules mères des anthérozoïdes. Les Équisétacées vivantes sont isosporées.

(¹) *Ann. Sc. nat. : Bot.,* t. XVIII. — *Cours de Bot. fos.,* p. 110, *Pl. XXI;* 1882.

(²) *Comptes rendus,* séance du 1er août 1898.

» Les Lépidodendrons sont des Lycopodiacées *arborescentes* hétérosporées; dans le *Lepidodendron rhodumnense* du Culm du Roannais, j'ai pu étudier l'organisation *interne* des macrospores et des microspores. Actuellement, la famille des Lycopodiacées renferme des genres isosporés comme les Lycopodes et des genres hétérosporés comme les Sélaginelles.

» La grande classe des Fougères peut se partager en deux sous-classes : celle des Fougères proprement dites et celle des Hydroptéridées; jusqu'ici, la première ne renferme que des familles isosporées ([1]), la seconde des familles hétérosporées ([2]).

» Depuis longtemps déjà ([3]), j'ai montré que, dans la famille des Botryoptéridées, il existait des macrospores et des microspores à peu près de même taille, contenues dans des sporanges séparés, ou occupant, plus rarement, les mêmes sporanges. Les *fig.* 1 et 2 représentent la photographie de ces macrospores avec leurs trois lignes de déhiscence *a*, *b*, et celle des microspores dans lesquelles on distingue, *b* (*fig.* 2), le prothalle mâle pluricellulaire où se sont développées les cellules mères des Anthérozoïdes.

» Cette famille peut être considérée comme servant de passage entre les Fougères et les Hydroptéridées.

» Parmi les familles de Fougères proprement dites que nous avons citées plus haut, aucune ne possède, maintenant, les deux sortes de spores; il n'en est plus de même si l'on remonte dans le passé : la plupart sont très anciennes, entres autres les Marattiées, Hyménophyllées, Osmondées, Parkériées.

» La *fig.* 3 montre une coupe transversale *a*, *b* d'une feuille de Fougère du terrain houiller de Grand-Croix, près Saint-Étienne, contenant entre ses bords recourbés des sporanges *d* allongés réunis en groupes de deux à quatre, sans anneau et sessiles; cette pinnule appartient à un *Pecopteris asterotheca* ([4]), la déhiscence est longitudinale; beaucoup de sporanges sont vides; quelques-uns sont encore remplis de spores qui peuvent être de deux sortes : les unes sphériques (*fig.* 4) mesurent 30^{μ} à 35^{μ} de diamètre;

([1]) Hyménophyllées, Cyathéacées, Gleichéniées, Osmondées, Schizées, Parkériées, Marattiées, Ophioglossées.

([2]) Salviniées, Pilulariées, Azollées, Marsiliées.

([3]) Quatrième *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Autun*, 1891.

([4]) Les *Pecoptéridées* ont été, pour la plupart, arborescentes, et sont rangées parmi les Marattiées.

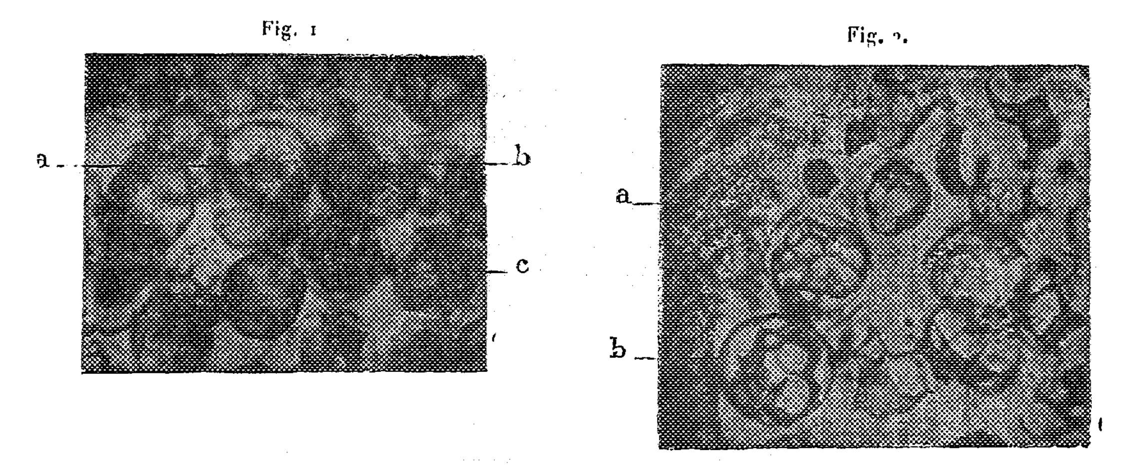


Fig. 1

Fig. 2.

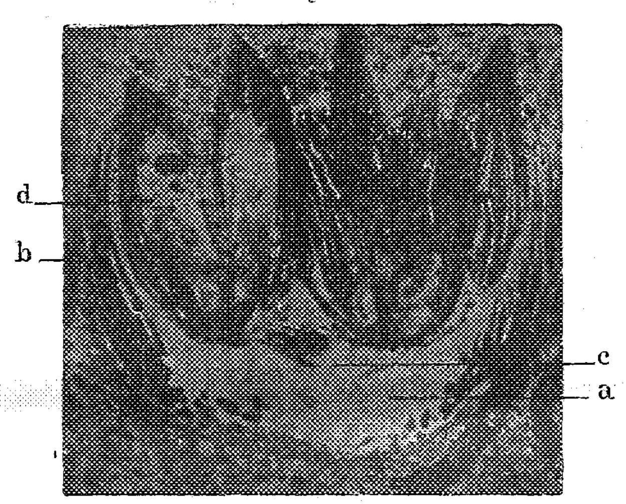


Fig. 3.

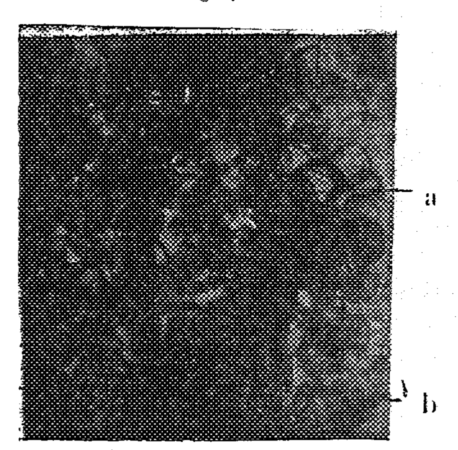


Fig. 4.

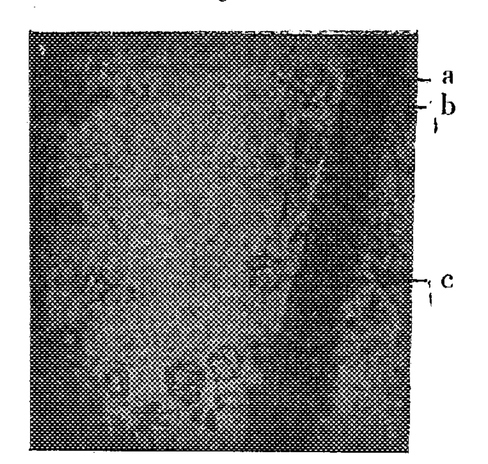


Fig. 5.

la membrane extérieure (exospore) est *lisse*, ne présente aucun plissement mais porte les trois lignes de déhiscence des macrospores *a*; les autres, à peu près de même taille, montrent par transparence un tissu formé de quelques cellules *b*, *c* (*fig.* 5) analogues à celles représentées (*fig.* 2) *b*, et qui auraient contenu les cellules mères des anthérozoïdes.

» Sur d'autres pinnules de Fougères j'ai rencontré, encore en place, des sporanges *pédicellés*, munis d'un *anneau* dirigé dans un plan médian passant par le pédicelle et entourant le sporange sur les deux tiers de son contour, assez analogue à celui des Parkériées vivantes.

» Les spores contenues dans les sporanges sont *triangulaires*, l'exospore est épaisse, marquée d'un réseau superficiel à mailles polyédriques; elle montre, en outre, les trois lignes radiantes *très nettes* et caractéristiques des macrospores.

» Des faits qui précèdent il résulte que les Fougères comprenant les deux grands groupes Eusporangiées ([1]) et Leptosporangiées ([2]) ont eu, à l'époque houillère, des genres hétérosporés. Il reste à examiner l'influence qu'a pu avoir, dans l'antiquité, sur le développement des Cryptogames, l'absence d'un prothalle issu d'une spore ordinaire. Je me propose de revenir sur cette question pleine d'intérêt. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Développement de l'embryon chez le Lierre* (Hedera Helix). Note de M. L. **Ducamp**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On peut distinguer trois phases dans le développement de l'embryon du Lierre.

» 1° La cellule fécondée subit une première division transversale; l'élément supérieur est la cellule embryonnaire principale et l'élément inférieur adhérent au sac constitue le suspenseur. Le stade à trois cellules observé ensuite comprend la cellule embryonnaire et deux autres au suspenseur.

» Une première cloison longitudinale divise la cellule terminale; elle est suivie d'une autre transversale déterminant quatre cellules quadrant. Une seconde segmentation méridienne forme quelquefois des cellules octant; mais souvent les trois ou quatre cloisonnements longitudinaux et transversaux qui suivent intéressent seule-

---

([1]) Sporanges sans anneau.

([2]) Sporanges avec anneau.

ment les cellules quadrant inférieures et donnent déjà une plus grande importance à la région moyenne de l'embryon.

» Lorsque le globe embryonnaire a quinze à dix-huit cellules, la segmentation tangentielle de celles-ci délimite à la surface un premier tissu qui multiplie ses éléments par des cloisons radiales, c'est l'épiderme. Le processus de formation est bien le même que celui décrit par Hanstein ([1]), mais il est plus tardif que dans *Capsella Bursa pastoris* et *Œnothera nocturna*. L'épiderme limite ainsi dans le massif terminal un méristème interne. Des cloisonnements longitudinaux ou transversaux se produisent dans le bas; ils sont un peu obliques dans le haut. Les premiers concourent à la confection de trois lignées d'éléments : la centrale contribuera à l'édification du cylindre central, les deux latérales à celle de l'écorce. On ne trouve pas ici la symétrie organique signalée chez *Capsella Bursa pastoris* et *Brassica Napus* ([2]).

» La première indication du cylindre central se fait dans la lignée axiale par la formation de cloisons longitudinales; celle de l'écorce est dans l'apparition de premières segmentations transversales dans les cellules latérales. Les limites respectives de ces deux tissus restent confuses pendant une certaine période.

» L'embryon augmente son diamètre de la façon suivante : la région centrale s'accroît par division transversale des éléments de base et principalement par cloisonnement longitudinal des cellules médianes, tandis que l'écorce dédouble ses files cellulaires de la base au sommet en partant de l'épiderme. Bientôt la file externe du cylindre central se sépare nettement de l'écorce et le péricycle est distinct. L'embryon est alors pyriforme.

» Le tissu provenant des cellules quadrant supérieures constitue un méristème indifférent peu développé; il compte cinq à six assises cellulaires au moment de l'apparition des cotylédons.

» Pendant ces formations, qu'est devenu le suspenseur? Très tôt sa cellule supérieure se cloisonne par des séparations obliques, donnant des éléments qui complètent les tissus de l'embryon. La cellule de base produit tantôt un cordon grêle, tantôt une surface d'attache de plusieurs éléments. Sur les côtés et à mi-hauteur du suspenseur on voit apparaître un cloisonnement tangentiel qui gagne les cellules périphériques supérieures et intéresse même les éléments de base de l'épiderme pour former la coiffe. Le méristème axial appartenant au suspenseur est indifférent, tandis que les parties latérales continuent l'écorce du globe embryonnaire.

» 2° Les cotylédons apparaissent à la partie supérieure de l'embryon sous forme de mamelons à la base desquels aboutissent les prolongements de l'écorce. Ce sont bientôt des lames convexes présentant en leur intérieur des cellules allongées conductrices. Celles-ci se heurtent au tissu cortical dont les files longitudinales se continuent jusqu'au sommet pour se réfléchir sous l'épiderme et se terminer au méristème indifférent placé sous le creux gemmulaire.

» A ce stade le méristème axial du suspenseur forme une colonne sans initiales pré-

---

([1]) Hanstein, *Die Entwickelung des Keimes*, etc. (*Botanische Abhandlungen*, etc., t. I, p. 5).

([2]) Kny, *Wandtafeln für der naturwissenchaftlichen*, etc. I. Abt.; Tafel X.

cises avec plusieurs files de cellules; la coiffe compte trois feuillets et les éléments de base du cylindre central fonctionnent comme initiales propres à ce tissu.

» 3° Dans les stades ultérieurs la limite interne de la coiffe descend et gagne l'axe du cône radiculaire. Les cellules médianes, situées inférieurement à cette ligne, fonctionnent dès lors comme initiales de la coiffe. Entre celle-ci et le cylindre central on trouve une colonne de cinq à sept assises cellulaires se multipliant surtout latéralement; elle forme le système d'initiales du tissu cortical.

» Pendant cette organisation du cône radiculaire l'embryon s'est élargi et considérablement allongé. L'axe hypocotylé présente quatre régions sécrétrices différenciées dans le péricycle par l'apparition d'un canal sécréteur quadrangulaire médian accompagné de deux triangulaires latéraux. Quatre cordons procambiaux alternent avec ces quatre régions; le péricycle prend part à leur formation par dédoublement tangentiel des cellules médianes opposées. Ces cordons se rendent par deux dans chaque cotylédon et, à mi-hauteur, deviennent contigus. A la maturité, on trouve le canal médian entre les deux cordons et deux autres pentagonaux qui leur sont opposés. Vers le haut, le médian reste seul. Une trachée naît en face de ce dernier à la base du cotylédon; elle est accompagnée de deux autres un peu plus haut, et les trois éléments forment une lame ligneuse de racine. Tout l'hypocotyle présente ainsi une structure de racine dont le système ligneux naît dans le cotylédon.

» En résumé, dans la formation du cône radiculaire, le cylindre central reste étranger au suspenseur; celui-ci complète inférieurement l'écorce et donne naissance à la coiffe; les éléments supérieurs de cette dernière sont fournis par la base de l'épiderme embryonnaire. »

PHYSIOLOGIE. — *Inertie rétinienne relative au sens des formes.* Note de MM. **André Broca** et **D. Sulzer**, présentée par M. Marey.

« Nous avons déterminé le temps minimum pendant lequel devait agir sur la rétine la lumière émanée d'un test objet composé de traits blancs et noirs, égaux et parallèles, pour que ces traits fussent distingués. Cette détermination a été faite avec des éclats du fond blanc variables et toujours mesurés, et pour des diamètres apparents variables des traits. Nous nous sommes adressés ainsi à la modalité la plus simple du sens des formes, c'est-à-dire à l'acuité visuelle rendue indépendante de toute association cérébrale complexe, comme celle qui servirait pour reconnaître des lettres.

» L'appareil qui nous sert à mesurer le temps pendant lequel la lumière est admise est un épiscotister d'Aubert (¹), mû électriquement. Le test objet regardé est l'image

(¹) L'épiscotister est un disque rotatif à fente variable.

réelle, donnée par un objectif photographique, d'un autre test objet plus grand et éclairé par diffusion. Cette image réelle présente une largeur de 3^{mm} qui comprend sept traits noirs et six traits blancs, ayant par conséquent chacun $0^{mm},23$ d'épaisseur. De la sorte, l'œil situé à 1^{m} voit ces traits sous l'angle de $1'$, qui correspond à l'acuité visuelle 1. En faisant varier la distance d'observation, nous pouvons donc faire varier l'acuité visuelle demandée à l'observateur; cette distance se mesure sur un banc d'optique.

» Pour la distinction nette des traits, il faut que l'accommodation soit exacte, et il faut éliminer le temps perdu de cette fonction. Aussi l'épiscotister est-il un peu en arrière du plan de l'image réelle du test objet, permettant ainsi de régler, au moyen de la parallaxe, un réticule dans le plan même de cette image. L'observateur accommode constamment sur ce réticule; il est donc immédiatement accommodé pour l'image du test objet, dès que la fente de l'épiscotister la découvre. L'œil est muni de son verre correcteur et d'une pupille artificielle de $2^{mm},5$; il contemple un fond blanc, percé d'un trou pour le réticule; de la sorte, l'ouverture pupillaire et l'adaptation rétinienne sont constantes.

» Le grand test objet est éclairé au moyen d'un bec Auer muni d'un œil-de-chat de Blondel; la mesure de l'éclat de l'image aérienne est faite par égalisation avec celui que donne, au fond d'adaptation, un étalon lumineux placé à distance mesurée.

» Deux séries d'expériences ont été faites dans ces conditions. Dans la première, l'éclat étant celui que donne à une feuille de papier blanc un éclairement de 170 lux (17 carcels-mètre), nous avons fait varier l'acuité visuelle demandée à l'observateur.

» Voici une série d'expériences :

Acuités visuelles A.	Temps T.	Quotient $\frac{A}{T}$.	Acuités visuelles A.	Temps T.	Quotient $\frac{A}{T}$.
	s			s	
1,00	0,0100	100	0,5	0,0036	140
0,9	0,0086	105	0,4	0,0027	147
0,8	0,0073	110	0,3	0,0020	150
0,7	0,0054	120	0,2	0,0013	154
0,6	0,0045	133			

» L'accroissement des quotients nous montre que le temps nécessaire pour donner une acuité visuelle déterminée à l'œil décroît beaucoup plus vite que ne croît l'angle visuel qui lui correspond.

» Dans la deuxième série d'expériences, nous avons demandé à l'œil l'acuité visuelle 1, et nous avons fait varier l'éclairage. Nous avons eu les résultats suivants :

Éclairement.	Temps T.	Produit ET.	Éclairement.	Temps T.	Produit ET.
	s			s	
160 lux	0,01	1,6	20 lux	0,09	1,8
80 »	0,022	1,75	10 »	0,16	1,6
40 »	0,04	1,6			

» Le produit ET est constant, aux erreurs d'expérience près, prouvant que, dans

les limites de nos expériences, la perception des formes simples nécessite une quantité d'énergie lumineuse déterminée, quelle que soit l'intensité lumineuse.

» L'acuité visuelle varie en fonction de l'intensité lumineuse et la sensation varie en fonction du temps. On pouvait se demander si l'acuité visuelle n'était pas liée uniquement à la grandeur de la sensation. Nous avons vu qu'il n'en était rien. En effet, une méthode que nous développerons ultérieurement montre qu'au bout de $0^s,01$ la sensation donnée par un éclat de 160 lux est plus forte que la sensation donnée en régime permanent par ce même éclat, et cependant en régime permanent l'acuité visuelle atteint alors facilement 1,25. Il y a donc là un phénomène nouveau d'inertie rétinienne, dont nous nous proposons d'étudier les applications pratiques à la fatigue de la lecture. Nous pouvons déjà prévoir que la vitesse de lecture doit augmenter énormément quand les caractères à lire augmentent de dimensions en restant à la même distance, et aussi quand la lumière augmente. Ce dernier phénomène a déjà été vu en gros, entre autres par L. Weber.

» Il est intéressant de rapprocher ces faits des faits d'inertie rétinienne observés par Charpentier pour la sensation lumineuse brute et pour la sensation colorée, et de remarquer que la quantité d'énergie nécessaire pour donner à l'œil la notion de forme est beaucoup plus grande que celle qui lui donne la notion de lumière. Il y a donc, pour la mise en œuvre du sens des formes, des phénomènes plus complexes que ceux qui se passent pour la vision brute. Nous reviendrons sur la nature de ces phénomènes dans un Mémoire plus détaillé. »

M. G. Gravaris adresse une Note « Sur l'expression du coefficient de Poisson dans les solides imparfaitement élastiques. »

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 octobre 1901.

Notice sur la Vie et les Travaux de M. G.-A. Chatin, par M. Ed. Bornet. (Société nationale d'Agriculture de France; séance du 23 janvier 1901.) Paris, Chamerot et Renouard, 1901; 1 fasc. in-12.

Notice sur Ad. Chatin, par M. Ed. Bornet. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France*, t. XLVIII, séance du 25 janvier 1901.) Paris, Mottéroz; 1 fasc. in-8°.

Note sur la Flore houillère du Chansi, par M. R. Zeiller. Paris, Vve Ch. Dunod, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Les applications pratiques des ondes électriques : Télégraphie sans fil. Télégraphie avec conducteur. Éclairage. Commande à distance, par Albert Turpain. Paris, C. Naud, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Traité de Zoologie concrète, par Yves Delage et Edgard Hérouard; Tome II, IIe Partie : *Les Cœlentérés;* avec 72 planches en couleurs et 1102 figures dans le texte. Paris, Schleicher frères, 1901; 1 vol. in-8°.

Les Maladies de l'orientation et de l'équilibre, par J. Grasset. Paris, Félix Alcan. 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

La crise de l'industrie française du plomb, par Georges Hyvert. Carcassonne, impr. G. Servière, 1901; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Compte rendu et documents du Congrès international des habitations à bon marché, tenu à Paris les 18, 19, 20, *et* 21 *juin* 1900, publiés sous la direction de M. Jules Challamel. Paris, 1900; 1 vol. in-8°.

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la Section des Sciences : Les premiers stades embryologiques de la Serpule, par Albert Soulier; 2e série, t. III, n° 1. Montpellier, impr. Ch. Boehm, 1901; 1 fasc. in-8°.

Uranie, Bulletin périodique de la Société Flammarion d'Alger et de l'Afrique française; nos 1, 2, 3. Alger, impr. J. Torrent, 1901, 2 fasc. in-12.

Œuvres complètes de Christiaan Huygens, publiées par la Société hollandaise des Sciences; Tome IX : *Correspondance*, 1685-1690. La Haye, Martinus Nijhoff, 1901. (Exemplaire offert par les Directeurs de la Société hollandaise des Sciences.)

Balenottera miocenica del Monte Titano, Repubblica di S. Marino. Memoria del Prof. Giovanni Capellini. Bologne, 1901. (Présenté par M. Albert Gaudry. Hommage de l'Auteur.)

Researches on the past and present history of the earth's atmosphere, including the latest discoveries and their pratical applications, by Dr Thomas-Lamb Phipson. Londres, Charles Griffin et Cie, 1901; 1 vol. in-12. (Hommage de l'Auteur.)

La R. Scuola superiore d'Agricoltura di Portici. Portici, 1901; 1 fasc. in-12.

ERRATA.

(Séance du 14 octobre 1901.)

Note de M. *Berthelot*, Nouvelle série d'expériences relatives à l'action de l'eau oxygénée sur l'oxyde d'argent :

Page 557, ligne 13 : NaOH pure, *au lieu de* (1 mol.= 1^{lit}), *lisez* (1 mol.= 2^{lit}), valeur indiquée d'ailleurs par la dose d'acide azotique inscrite plus loin.

Page 560, ligne 10 : 6e et 7e minutes, *au lieu de* +0,02, *lisez* +0,00 (valeur d'ailleurs indiquée par la somme 1,94).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 OCTOBRE 1901,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Essais sur quelques réactions chimiques déterminées par le radium;* par M. **Berthelot**.

« On connaît les remarquables effets déterminés par les radiations spéciales du radium; c'est un domaine tout nouveau ouvert à la Science par M. Curie, domaine connexe avec les découvertes de M. Becquerel. Il a bien voulu me confier un échantillon de ses précieux produits et j'ai fait quelques essais pour comparer certaines des réactions chimiques spécifiques, déterminées par la lumière et par l'effluve électrique, à celles que le radium est susceptible de provoquer. Ces expériences sont pénibles, en raison des faibles quantités de chlorure de radium mis en œuvre (0^{gr}, 1 environ dans les essais actuels), de la nécessité d'opérer à

travers des enveloppes de verre, qui absorbent une partie des radiations, peut-être la plus efficace dans certains cas; enfin de la durée exigée par l'accomplissement des phénomènes.

» Le produit remis par M. Curie était enfermé dans un petit tube en verre scellé à la lampe. Pour obtenir des résultats plus nets, j'ai cru devoir placer ce petit tube dans un tube concentrique, fort mince d'ailleurs et à peu près tangent au précédent. Le système a été alors, suivant les cas, tantôt immergé dans un tube à essai, au centre des matières liquides ou pulvérulentes que je me proposais d'influencer à travers la double épaisseur de verre mise en contact, tantôt simplement juxtaposé à un tube de ce genre, ce qui constituait trois épaisseurs de verre interposées.

» J'aurais préféré opérer plus directement; mais j'ai craint de compliquer les phénomènes chimiques.

» J'ai opéré dans une armoire close, complètement obscure. A une certaine distance, c'est-à-dire à quelques décimètres, dans la même armoire, j'ai placé chaque fois un système tout pareil, renfermant la même substance impressionnable, mais sans radium, afin de servir de témoin.

» Je mets sous les yeux de l'Académie tous mes dispositifs.

» Voici les essais que j'ai exécutés, depuis le 12 juillet 1901 jusqu'à la présente date (25 octobre).

» I. *Acide iodique* dans l'obscurité, I^2O^5. — L'acide iodique, en poudre, actionné à une température voisine de 23°, par le tube de radium central, au bout de trois jours n'est pas encore modifié d'une façon appréciable. Au bout de neuf jours, il commence à se teinter de violet. Au bout de quinze jours, la vapeur d'iode est bien plus manifeste et sa dose a augmenté, lentement d'ailleurs, pendant les deux semaines suivantes.

» Le tube témoin (obscurité) est demeuré parfaitement blanc.

» Je rappellerai mes essais antérieurs ([1]), d'après lesquels la lumière décompose l'acide iodique en iode et oxygène. Le radium a produit le même effet dans l'obscurité.

» J'avais choisi à dessein cette réaction, comme endothermique :

$$I^2O^5\text{solide} = I^2 + O^5 \text{ absorbe } I^2 \text{ solide} \ldots\ldots \quad -48,0$$
$$\text{»} \qquad I^2 \text{ gazeux} \ldots\ldots \quad -61,6$$

» On peut se demander si les radiations qui ont produit ces effets avaient un caractère différent de celles émises par le composé du radium,

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XV, p. 340; 1898.

envisagé comme un corps rendu simplement phosphorescent par ses propres énergies et devenu par là lumineux dans l'obscurité; ce qui reviendrait à interposer un mécanisme intermédiaire, la réaction totale demeurant attribuable à l'influence du radium. Le renouvellement continu de la réaction, pendant un intervalle d'obscurité très prolongé, s'accorderait avec cette interprétation. Il se pourrait aussi que les radiations actives ne fussent pas attribuables à une semblable phosphorescence. La question est intéressante : j'espère être en mesure de la discuter prochainement. Quoi qu'il en soit, il y a là un emmagasinement incontestable d'énergie, dû à la présence du radium.

» II. *Acide azotique monohydraté*, AzO^3H. — J'ai employé un échantillon préparé et renfermé avec soin en tube scellé, il y a trois ans, lors de mes expériences de 1898 sur l'action de la lumière (1) et conservé depuis cette époque dans une obscurité absolue. En fait, je l'ai retrouvé tout à fait blanc et incolore.

» D'après mes essais antérieurs, l'action de la lumière n'est pas instantanée; mais il suffit d'exposer un tube de ce genre à la lumière solaire pendant deux heures, pour le colorer fortement en jaune, avec dégagement de vapeur nitreuse et d'oxygène libre (voir le Mémoire cité, p. 334).

» J'ai juxtaposé avec le tube à radium le tube à acide azotique précédent, en opérant, bien entendu, dans l'obscurité. Au bout de deux jours, il avait commencé à jaunir et cette action s'est accentuée les trois jours suivants.

» Cette réaction est, on le voit, commune à la lumière et au radium.

» C'est encore là une réaction endothermique, ainsi que je l'ai expliqué précédemment (Mémoire cité, p. 330).

» III. Voici maintenant deux réactions que la lumière est susceptible de produire et qui n'ont pas eu lieu dans mes essais sur le radium :

» On sait qu'une dissolution de soufre octaédrique dans le sulfure de carbone, exposée à la lumière, ne tarde guère à déposer du soufre insoluble, en vertu d'une réaction exothermique, faiblement d'ailleurs. Avec le tube à radium immergé sous la dissolution dans l'obscurité, il n'y a pas eu d'effet, en vingt-quatre heures du moins.

» IV. L'acétylène gazeux est très sensible à l'action de l'effluve électrique, en donnant lieu à une polymérisation exothermique. Au contraire, il paraît insensible à l'action de la lumière solaire ordinaire, à la tempéra-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XV, p. 325.

ture ambiante. Or ce gaz n'a pas été modifié davantage en quelques jours par le radium renfermé dans un tube scellé.

» V. C'est un fait bien connu que la lumière détermine l'oxydation lente de l'acide oxalique dissous par l'oxygène libre, réaction exothermique :

$$C^2H^2O^4 \text{ solide} + O = 2CO^2 + H^2O \text{ liquide} \ldots\ldots\ldots \quad +60^{Cal},0$$
$$C^2H^2O^4 \text{ dissous} + O = 2CO^2 \text{ dissous} + H^2O^2 \text{ liquide}. \quad +68^{Cal},9$$

» La lumière joue ici le rôle de déterminant, sans fournir l'énergie consommée.

» Le 7 août 1901, j'ai pris une dissolution titrée

$$C^2H^2O^4 = 20 \text{ litres}.$$

» 1° 2^{cc} exactement mesurés ont été soumis à l'action du radium au sein d'un tube à essai contenant de l'air, dans l'obscurité;

» 2° 2^{cc} ont été conservés dans un tube pareil placé à quelques décimètres de distance, dans l'obscurité;

» 3° 2^{cc} ont été conservés dans un tube pareil, à la lumière diffuse, sur la table de mon cabinet de travail;

» 4° La même dissolution (75^{cc}), dans un flacon bien bouché à peu près complètement rempli, c'est-à-dire ne contenant pour ainsi dire pas d'oxygène libre, a été conservée sur la même table, à la lumière diffuse.

» Le 22 octobre 1901, c'est-à-dire deux mois et demi plus tard, j'ai titré exactement les liqueurs précédentes, en opérant pour les trois premières dans les tubes mêmes, sans aucun transvasement. Au début, ce titre répondait exactement à 40 divisions d'alcali pur, pour 2^{cc}. A la fin, j'ai trouvé :

» 1° Titre 40 divisions;

» 2° Titre 40 divisions;

» 3° Titre 36 divisions;

» 4° On a prélevé 2^{cc} dans le flacon. Titre 40 divisions.

» D'après ces résultats, l'oxygène de l'air n'a exercé aucune action sur l'acide oxalique dans l'obscurité, même quand ces corps étaient soumis à l'influence du radium. Au contraire, l'oxygène a oxydé l'acide oxalique sous l'influence de la lumière diffuse; la lumière employée seule laissant d'ailleurs inaltéré l'acide oxalique soustrait à l'action de l'oxygène, dans les conditions de mes essais.

» Il est possible que cette inactivité apparente soit attribuable à quelque absorption opérée par la double et triple épaisseur de verre, qui

séparait le radium des corps influencés dans mes essais, les radiations lés plus pénétrantes étant seules transmises. Les radiations du radium sont probablement multiples, comme celles de la lumière, et celles qui déterminent certaines actions pourraient être arrêtées par un corps, transparent d'ailleurs pour des radiations douées d'une activité différente. Il convient de faire toute réserve à cet égard, surtout d'après les faits relatés plus loin et concernant l'altération du verre.

» Quoi qu'il en soit à cet égard, on voit que toute action provoquée par la lumière, ou par l'effluve électrique, fût-elle endothermique, n'est pas susceptible d'être développée par les radiations du radium agissant à travers le verre. Cependant, je viens de montrer que celles-ci déterminent certaines réactions, même endothermiques, c'est-à-dire accompagnées par une consommation d'énergie, telles que la décomposition de l'acide azotique et celle de l'acide iodique.

» Les radiations du radium, dans les deux réactions observées, ont la même efficacité que celles de la lumière solaire.

» VI. Voici maintenant une observation d'un caractère tout spécial, où l'influence du radium paraît s'exercer à la fois dans les deux sens thermiques opposés. Il s'agit de cette influence sur le verre. Or, le tube mince qui sépare le petit tube scellé à radium des substances actionnées, de la dissolution d'acide oxalique par exemple, n'est pas demeuré intact; c'est-à-dire tout à fait transparent. Il a noirci, conformément à une observation déjà faite par d'autres personnes; ce qui paraît dû à la réduction à l'état métallique du plomb contenu dans le verre; réaction qui pourrait être, d'ailleurs, soit endothermique, soit exothermique, suivant le mode de décomposition des matériaux complexes constitutifs du verre. Mais en même temps j'ai observé un fait non signalé, je crois : à savoir la coloration violette d'une portion du verre contigu aux régions noircies. Cette coloration du verre ordinaire traduit en général la formation d'un composé oxygéné du manganèse. Je mets le tube qui a offert les deux réactions simultanées sous les yeux de l'Académie. La formation d'un composé oxygéné du manganèse serait exothermique, si elle avait lieu aux dépens de l'oxygène de l'air, comme il arrive, ce semble, dans certains verres qui deviennent violets sous l'influence de la lumière. Mais le cas actuel est plus complexe, la suroxydation du manganèse pouvant être complémentaire de la réduction du plomb.

» Il paraît donc s'agir d'un double phénomène, accompli simultanément sous l'influence des radiations du radium, savoir : la réduction du

plomb, endothermique, et la suroxydation du manganèse, exothermique. Ces deux phénomènes pourraient résulter des actions concomitantes de deux ordres de radiations; à moins que l'on ne veuille admettre ici une électrolyse véritable, une ionisation, accomplie dans l'épaisseur du verre, sous l'influence des radiations du radium, et des actions secondaires, qui auraient accompagné cette électrolyse.

» En tout cas, les observations présentes montrent qu'il convient de se méfier de l'absorption par le verre d'une portion des radiations du radium; il faudrait opérer à découvert, si l'on peut agir sans faire intervenir chimiquement dans les réactions le radium lui-même, ou ses composés. D'une façon plus générale, ces observations suggèrent tout un ensemble d'expériences méthodiques, destinées à comparer les actions de la lumière, celles de l'effluve électrique et celles du radium, tant comme déterminantes de transformations chimiques que comme sources de l'énergie consommée dans ces transformations. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur degagée dans la reaction de l'oxygène libre sur le pyrogallate de potasse;* par M. **Berthelot.**

« Au cours d'expériences électrolytiques, j'ai été conduit à mesurer la chaleur dégagée dans la réaction de l'oxygène libre sur le pyrogallol, en présence de la potasse (août 1901). J'ai opéré avec du pyrogallol ($C^6H^6O^3 = 1^{lit}$) et de la potasse ($3KOH = 1^{lit}$) mélangés à volumes égaux, dans une fiole calorimétrique remplie d'azote. Le mélange ayant été ramené à la température ambiante, j'y ai fait arriver un courant d'oxygène pur, pendant quelques minutes. Une première mesure, ayant duré dix-huit minutes, la température ambiante étant 22°, répondait à une absorption de $0^{gr},334$ d'oxygène, soit 2,8 pour 100 de la dose totale susceptible d'être absorbée par le mélange employé; elle a fourni pour

$O = 16^{gr}$ absorbés.................. $+60^{Cal},2$

En continuant la réaction, pendant quinze minutes, pour une nouvelle dose de $0^{gr},454$ d'oxygène absorbé, soit 3,8 centièmes additionnels, on a obtenu pour

$O = 16^{gr}$........................... $+50^{Cal},0$

Dans une troisième expérience, faite avec des liqueurs dix fois aussi étendues, et qui a duré quarante minutes, on a absorbé $0^{gr},369$ d'oxygène;

soit 30,7 centièmes de la dose totale susceptible d'être absorbée : la chaleur dégagée pour $O = 16^{gr}$ était cette fois $+56^{Cal},0$.

» L'absorption de l'oxygène se ralentissant de plus en plus, on n'a pas cru devoir prolonger les expériences davantage; leur durée devenant trop grande pour permettre des mesures précises.

» D'après ces nombres la chaleur dégagée est considérable, et elle va en diminuant, pour un même poids d'oxygène, à mesure que l'absorption augmente. Je rappellerai que, suivant les expériences que j'ai publiées il y a trois ans ([1]), une molécule de pyrogallol peut absorber 3 atomes d'oxygène, l'absorption ayant lieu en majeure partie pendant les premières minutes; mais les conditions d'absorption et d'agitation dans le calorimètre sont bien moins favorables.

» Mon dernier essai calorimétrique répondait seulement à un atome d'oxygène absorbé. En outre, et c'est là une circonstance digne de remarque, la chaleur dégagée, au lieu de se développer aussitôt, comme dans la neutralisation d'un acide par un alcali, se dégage peu à peu; accusant ainsi l'existence d'une réaction progressive, ou plutôt de plusieurs réactions consécutives, accomplies après l'absorption même de l'oxygène. L'existence de ces réactions successives est conforme, d'ailleurs, à l'analyse approfondie purement chimique des phénomènes décrits dans mon Mémoire antérieur (p. 310 et suivantes).

» Sans y revenir autrement, je me bornerai à signaler les rapprochements suivants :

» L'union d'un atome de l'oxygène avec l'éthylène, donnant naissance à l'aldéhyde, dégagerait, d'après le calcul,

$C^2H^4 + O = C^2H^4O$ gaz .... $+65^{Cal},7$

Avec l'amylène : $C^5H^{10} + O = C^5H^{10}O$ tous gaz... $+60^{Cal},0$

» L'union de deux atomes d'oxygène avec l'éthylène donnant naissance à l'acide acétique

$C^2H^4 + O^2 = C^2H^4O^2$ tous gaz............... $+60^{Cal},6 \times 2$

» Toutes ces valeurs sont voisines de la chaleur d'oxydation de l'hydrogène

$H^2 + O = H^2O$ tous gaz .... $+58^{Cal},1$

» Il en est de même, d'après ce qui précède, de l'oxydation du pyrogallol.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XV, p. 294; 1898.

» En conformité avec ce rapprochement, j'ai constaté que le pyrogallol détermine, au cours des électrolyses, dans certaines conditions qui seront décrites ailleurs, des phénomènes de polarisation semblables à ceux que produit l'hydrogène libre.

» Je reviendrai prochainement sur ces phénomènes, observés au cours d'une étude plus générale. »

ARCHÉOLOGIE. — *Sur une lampe préhistorique, trouvée dans la grotte de La Mouthe;* par M. **Berthelot**.

» Dans la séance du 20 septembre 1901, M. Em. Rivière a exposé à l'Académie les découvertes qu'il avait faites dans la grotte de La Mouthe (Dordogne). Entre autres objets, il a montré une lampe préhistorique creusée dans un galet de grès rouge (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 507), d'origine magdalénienne et portant gravé sur sa face externe le dessin d'une tête de bouquetin. La face interne creusée indique la destination de cette lampe. Ladite face était recouverte d'une matière noire, que M. Rivière a détachée autant que possible et qu'il m'a remise, en me priant d'en faire l'examen chimique. J'ai reconnu que cette matière, semblable aux derniers résidus d'une lampe à huile, est constituée par une substance charbonneuse, combustible, à l'exception d'un peu de cendre calcaire non ferrugineuse (carbonate de chaux, provenant de la roche). Ce qui caractérise surtout cette substance charbonneuse, c'est qu'elle contient des composés fixes, analogues aux principes immédiats des tissus animaux et émettant des vapeurs ammoniacales (carbonatées), avec une odeur spécifique spéciale, par distillation sèche. En somme, ces résidus charbonneux sont semblables à ceux que laisserait la combustion d'une matière grasse d'origine animale, mal séparée de ses enveloppes membraneuses, telle que le suif ou le lard. Ce serait donc une matière de ce genre qui aurait été utilisée pour l'éclairage de la grotte. »

GÉODÉSIE. — *Jonction d'un réseau trigonométrique fermé* (¹). Note de M. **P. Hatt**.

« Pour appliquer la méthode des moindres carrés au problème précédemment défini on ajoutera au terme constant, qui représente théorique-

(¹) Voir le *Compte rendu* de la séance précédente, p. 607.

ment la raison de la progression, un terme variable satisfaisant à la fois aux équations conditionnelles et à celle du minimum.

» n étant le nombre des côtés du polygone, la raison théorique de la progression serait $-\frac{\alpha_0}{n}$ pour l'échelle, $-\frac{\beta_0}{n}$ pour l'orientation; les termes correctifs seraient, pour le côté de rang i, respectivement a_i, b_i. On aura donc

Pour le côté 1......	$-\frac{\alpha_0}{n}+a_1,$	$-\frac{\beta_0}{n}+b_1,$
Pour le côté 2......	$-\frac{\alpha_0}{n}+a_2,$	$-\frac{\beta_0}{n}+b_2,$
Pour le côté i.......	$-\frac{\alpha_0}{n}+a_i,$	$-\frac{\beta_0}{n}+b_i.$

» Les valeurs $\alpha^{(i)}$ et $\beta^{(i)}$, applicables au côté i, auront donc pour expressions

$$\alpha^{(i)} = -\frac{i\alpha_0}{n} + (a_1 + a_2 + \ldots + a_i),$$

$$\beta^{(i)} = -\frac{i\beta_0}{n} + (b_1 + b_2 + \ldots + b_i).$$

» Introduisons ces valeurs dans les équations conditionnelles (5), (6), (7), (8).

» L'équation (5) donnera

$$\begin{aligned}&-\frac{\alpha_0}{n}[\xi_1 + 2\xi_2 + \ldots + (n-1)\xi_{n-1}] - \frac{\beta_0}{n}[\eta_1 + 2\eta_2 + \ldots + (n-1)\eta_{n-1}]\\&+ a_1[\xi_1 + \xi_2 + \ldots + \xi_{n-1}] + \ldots + a_i[\xi_i + \ldots + \xi_{n-1}] + \ldots\\&+ b_1[\eta_1 + \eta_2 + \ldots + \eta_{n-1}] + \ldots + b_i[\eta_i + \ldots + \eta_{n-1}] + \ldots + \delta x_0 = 0.\end{aligned}$$

» On a vu précédemment qu'en désignant par $x'_1, y'_1, \ldots, x'_i, y'_i$ les coordonnées des sommets du polygone rapportées au sommet o, et par x, y celles du centre de gravité de ces n points, les coefficients de $-\frac{\alpha_0}{n}$ et $-\frac{\beta_0}{n}$ sont respectivement $-nx$, $-ny$. On aurait de même, pour les coefficients de $a_1, \ldots, a_i, \ldots, b_1, \ldots, b_i, \ldots$, les valeurs $-x'_1, \ldots, -x'_i, \ldots$ et $-y'_1, \ldots, -y'_i, \ldots$.

» Le terme connu de l'équation se composera de la somme

$$\delta x_0 + \alpha_0 x + \beta_0 y,$$

somme qui serait nulle si les conditions de la variation progressive

constante étaient remplies; désignons sa valeur par f et il viendra pour l'équation (5)

$$(5)\quad -x'_1 a_1 - x'_2 a_2 - \ldots - x'_{n-1} a_{n-1} - y'_1 b_1 - \ldots - y'_{n-1} b_{n-1} + f = 0.$$

» On aurait de même, en désignant par g la somme $\delta y_0 + \alpha_0 y - \beta_0 x$, la transformée suivante de l'équation (6),

$$(6)\quad -y'_1 a_1 - \ldots - y'_{n-1} a_{n-1} + x'_1 b_1 + \ldots + x'_{n-1} b_{n-1} + g = 0.$$

» Les équations (7) et (8) deviennent, d'autre part,

$$(7)\quad a_1 + \ldots + a_n = 0,$$
$$(8)\quad b_1 + \ldots + b_n = 0.$$

» La question comporte donc la détermination des $2n$ inconnues a et b, lesquelles doivent en outre satisfaire à la condition du minimum

$$a_1\,da_1 + \ldots + a_n\,da_n + b_1\,db_1 + \ldots + b_n\,db_n = 0.$$

» Pour la solution on introduit quatre arbitraires, λ, μ, ν, π multipliant les dérivées des équations (5), (6), (7), (8), et l'on aura

$$\begin{array}{l}
a_1 - \lambda x'_1 - \mu y'_1 + \nu = 0,\\
a_2 - \lambda x'_2 - \mu y'_2 + \nu = 0,\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
a_{n-1} - \lambda x'_{n-1} - \mu y'_{n-1} + \nu = 0,\\
a_n + \nu = 0,\\
b_1 - \lambda y'_1 + \mu x'_1 + \pi = 0,\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
b_{n-1} - \lambda y'_{n-1} + \mu x'_{n-1} + \pi = 0,\\
b_n + \pi = 0,
\end{array}$$

ce qui donne, pour les équations normales en λ, μ, ν, π,

$$\begin{array}{l}
\rho^2\lambda - x\nu - y\pi = \dfrac{f}{n},\\
\rho^2\mu - y\nu + x\pi = \dfrac{g}{n},\\
-x\lambda - y\mu + \nu = 0,\\
-y\lambda + x\mu + \pi = 0,
\end{array}$$

x et y désignant les coordonnées du centre de gravité, ρ^2 la moyenne des carrés des distances de tous les points à l'origine o.

» La résolution de ces quatre équations donne les valeurs suivantes :

$$\lambda = \frac{f}{n(\rho^2 - x^2 - y^2)},$$
$$\mu = \frac{g}{n(\rho^2 - x^2 - y^2)},$$
$$\nu = \frac{fx + gy}{n(\rho^2 - x^2 - y^2)},$$
$$\pi = \frac{-gx + fy}{n(\rho^2 - x^2 - y^2)}.$$

» La quantité $\rho^2 - x^2 - y^2$ est évidemment toujours positive; si les points étaient uniformément distribués sur une circonférence de rayon R, on aurait $\rho^2 = 2R^2$, $x^2 + y^2 = R^2$. Nous pouvons donc écrire

$$\rho^2 - x^2 - y^2 = k^2$$

et les expressions de a_i et b_i deviennent

$$a_i = \frac{1}{nk^2}[f(x'_i - x) + g(y'_i - y)],$$
$$b_i = \frac{1}{nk^2}[f(y'_i - y) - g(x'_i - x)].$$

» Soient désignées par x''_i, y''_i, les coordonnées du centre de gravité des i points 1, 2, ..., i, on a

$$i x''_i = x'_1 + \ldots + x'_i, \qquad i y''_i = y'_1 + \ldots + y'_i$$

et comme, d'autre part, les valeurs de $\alpha^{(i)}$ et $\beta^{(i)}$ ont pour expressions

$$\alpha^{(i)} = -\frac{i\alpha_0}{n} + a_1 + a_2 + \ldots + a_i,$$
$$\beta^{(i)} = -\frac{i\beta_0}{n} + b_1 + b_2 + \ldots + b_i,$$

il viendra

$$\alpha^{(i)} = -\frac{i\alpha_0}{n} + \frac{if}{nk^2}(x''_i - x) + \frac{ig}{nk^2}(y''_i - y),$$
$$\beta^{(i)} = -\frac{i\beta_0}{n} + \frac{if}{nk^2}(y''_i - y) - \frac{ig}{nk^2}(x''_i - x).$$

» On voit que ces expressions répondent bien au but proposé; si les conditions de la progression constante sont exactement réalisées, les

quantités f et g sont nulles, et les corrections $\alpha^{(i)}$, $\beta^{(i)}$ varient proportionnellement au rang du côté considéré; si ces conditions sont à peu près réalisées, f et g ont de faibles valeurs et la règle de la proportionnalité, sans être rigoureuse, est approximativement vraie.

» Sous cette forme simple, les expressions de $\alpha^{(i)}$, $\beta^{(i)}$ sont facilement calculables; les quantités α_0, β_0, x, y, f, g, k^2 sont constantes et les sommes ix''_i et iy''_i qui seules varient d'un point à l'autre, aboutissent en fin de compte à l'évaluation de nx et ny.

» Il convient évidemment de choisir le polygone de manière qu'il suive bien le développement des calculs de triangulation en lui donnant, autant que possible, des côtés peu différents en longueur. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Flagellés à membrane ondulante des Poissons (genres* Trypanosoma *Gruby et* Trypanoplasma *n. gen.)*; par MM. **A. Laveran** et **F. Mesnil**.

« Dans des travaux antérieurs nous avons étudié plusieurs Trypanosomes des Mammifères et des Batraciens et nous avons constaté que la structure de ces parasites était la même (¹); nous étions désireux d'étendre nos recherches aux Trypanosomes des Poissons et pendant l'été dernier nous avons examiné, à cet effet, le sang d'un grand nombre de Poissons d'eau douce ou marins. Nous n'avons trouvé des Trypanosomes que chez deux Poissons d'eau douce : le Brochet et le Rotengle, et chez un Poisson marin : la Sole.

» Les Trypanosomes des Poissons ont été signalés par un assez grand nombre d'observateurs; mais les descriptions, même les plus récentes, qui ont été données de ces parasites sont incomplètes au point de vue de la structure interne.

» Comme on le verra plus loin, le Trypanosome du Brochet a une structure tout à fait semblable à celle des Trypanosomes déjà connus (*Tr. Lewisi*, *Tr. Brucei*, etc.); nous lui avons donné le nom de *Trypanosoma Remaki*, Remak, le premier, ayant observé ce parasite (²).

» Le Trypanosome de la Sole est aussi du même type; nous le désignerons sous le nom de *Trypanosoma soleæ*.

(¹) Laveran et Mesnil, *Soc. de Biologie*, 17 nov. 1900, 23 mars et 22 juin 1901. — *Acad. des Sc.*, 15 juillet 1901.

(²) Remak, *Canstatt's Jahresbericht*, p. 10; 1842.

» Le parasite du Rotengle a une structure qui diffère de celle des Trypanosomes; il présente notamment cette particularité importante d'avoir un flagelle à chaque extrémité.

» Chalachnikow a décrit des variétés de Trypanosomes des Poissons avec deux flagelles [1], mais cet observateur, qui n'examinait les Trypanosomes que dans le sang frais, ou sur des préparations incomplètement colorées, n'a pu se rendre exactement compte de la structure des Trypanosomes, structure qui ne devient apparente que sur des préparations colorées par certains procédés. L'observation dans le sang frais est extrêmement difficile à cause de la vivacité des mouvements des parasites et des déformations incessantes qu'ils subissent. C'est évidemment parce qu'il ne disposait que de moyens d'investigation incomplets que Chalachnikow a pu admettre que le Trypanosome du Brochet avait une variété munie d'un flagelle antérieur et d'un flagelle postérieur.

» D'autres Trypanosomes biflagellés ont été signalés, mais les descriptions de ces parasites sont très incomplètes. Le Trypanosome du Cobaye de Künstler aurait un flagelle à chaque extrémité [2], mais nous ne connaissons rien de la structure interne de ce parasite. Il y aurait également deux flagelles chez un Trypanosome trouvé par A. Labbé dans le tube digestif de Sangsues qui avaient sucé du sang [3]. Labbé compare ce Trypanosome aux éléments décrits par Danilewsky sous le nom de *Trypanomonas*. On sait maintenant que les *Trypanomonas* sont des formes particulières de certains Trypanosomes qui n'ont jamais deux flagelles. Alors même que la description de Labbé serait exacte, on n'aurait pas le droit d'adopter, avec Doflein [4], pour le parasite trouvé dans les Sangsues, le nom générique *Trypanomonas;* ce nom doit disparaître de la nomenclature puisque, pris dans son sens originel, c'est un synonyme (*p. p.*) de *Trypanosoma*.

» En somme, l'existence d'organismes à membrane ondulante et à deux flagelles pouvait paraître douteuse avant la découverte de l'Hématozoaire du Rotengle et il y a lieu, croyons-nous, de créer pour ces organismes un genre nouveau. Nous avons adopté le mot *Trypanoplasma* et nous avons dédié à M. le Dr A. Borrel le Trypanoplasme du Rotengle.

---

(1) Chalachnikow, *Recherches sur les parasites du sang*, Kharkov, 1888.
(2) Künstler, *Bulletin scient.*, t. XXXI, p. 206; 1898.
(3) A. Labbé, *Bulletin Soc. Zool.*, t. XVI, p. 229; 1891.
(4) Doflein, *Die Protozoen als Parasiten und Krankheitserreger*. Iéna, 1901.

» *Trypanosoma Remaki*, n. sp. — Nous avons trouvé trois fois sur quatre des Trypanosomes chez les Brochets d'une livre ou au-dessus; les parasites sont souvent en petit nombre. Dans le sang frais, les Trypanosomes du Brochet ont l'aspect de vermicules animés de mouvements très vifs, bordés d'un côté d'une membrane ondulante.

» *Tr. Remaki* se contourne plus que *Tr. Lewisi* (Trypanosome des Rats); il se pelotonne souvent sur lui-même. On distingue parfois des Trypanosomes de deux grandeurs. Nous décrirons ces Trypanosomes comme des variétés de *Tr. Remaki*; il est possible qu'il s'agisse de deux espèces distinctes ou de deux phases de l'évolution du même parasite.

» *Tr. Remaki* var. *parva* a une grande ressemblance avec le Trypanosome des Rats (*Tr. Lewisi*); il mesure 28 μ à 30 μ de long, mais le corps n'entre que pour moitié dans ce chiffre; le flagelle est à peu près aussi long que le corps. La largeur est de $1^{\mu},40$ environ.

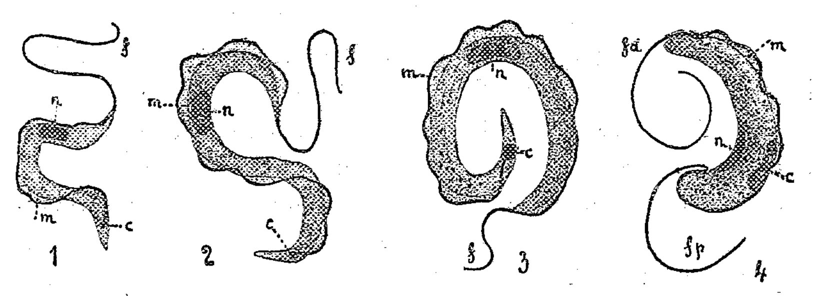


Fig. 1. *Trypanosoma Remaki* var. *parva* : *n*, noyau; *c*, centrosome; *m*, membrane ondulante; *f*, flagelle. Ces lettres ont la même signification sur les autres figures. — Fig. 2. *Trypanosoma Remaki* var. *magna*. — Fig. 3. *Trypanosoma soleæ*. — Fig. 4. *Trypanoplasma Borreli* : *fa*, flagelle antérieur; *fp*, flagelle postérieur. Gr. : 1800 D.

» On distingue nettement, sur les préparations bien colorées, le corps protoplasmique, qui se colore faiblement, le noyau, le centrosome, la membrane ondulante et le flagelle qui, partant du centrosome, borde la membrane ondulante et devient libre à la partie antérieure (*fig.* 1).

» Le corps est effilé aux deux extrémités, plus effilé souvent à la partie antérieure qui porte le flagelle. Dans le protoplasme, on ne distingue que de fines granulations.

» Le noyau arrondi ou ovalaire se trouve, en général, à l'union du tiers moyen avec le tiers antérieur du corps.

» Le centrosome, petit, sphérique, est situé, comme chez *Tr. Lewisi* et chez les Trypanosomes en général, près de l'extrémité postérieure.

» La membrane ondulante est peu développée.

» La disposition du flagelle est la même que chez *Tr. Lewisi*.

» *Tr. Remaki* var. *magna*. — Ce Trypanosome mesure 45 μ de long sur 2 μ à $2\frac{1}{2}$ μ de large; le corps du Trypanosome a 26 μ à 28 μ de long.

» Le protoplasme se colore plus fortement par la méthode que nous préconisons que celui des petits Trypanosomes, il est vrai de dire que l'épaisseur est plus grande. La structure est semblable à celle de *Tr. Remaki* var. *parva*; on distingue sur les Trypanosomes colorés : un noyau ovalaire contenant de nombreuses granulations de

chromatine, un centrosome situé vers l'extrémité postérieure, une membrane ondulante et un flagelle qui, partant du centrosome, borde la membrane ondulante et devient libre à la partie antérieure (*fig.* 2).

» Ces grands Trypanosomes ne sont pas des formes en voie de division de *Tr. Remaki;* on ne voit pas de division du noyau ni du centrosome (comme il arrive pour les grandes formes de *Tr. Lewisi*); on ne voyait pas, dans le sang des Brochets chez lesquels nous avons trouvé les deux variétés, de formes nettement intermédiaires; enfin les grands Trypanosomes ne coexistent pas toujours avec les petits. C'est pour ces motifs que nous n'avons pas pu conclure à l'existence d'une seule espèce de Trypanosomes du Brochet ayant, suivant la période de développement, de grandes et de petites formes.

» Les Trypanosomes du Brochet ne nous ont pas semblé plus nombreux dans les frottis des reins que dans le sang, et leur recherche y est plus difficile que dans le sang.

» *Trypanosoma soleæ.* — Nous n'avons trouvé cet Hématozoaire qu'une fois sur quatre Soles (*Solea vulgaris*) pêchées dans la Manche et, chez la Sole infectée, les parasites étaient rares.

» L'existence de Trypanosomes chez des Poissons exclusivement marins n'avait pas encore été signalée.

» Dans le sang frais, *Tr. soleæ* présente l'aspect caractéristique des Trypanosomes; les mouvements sont très vifs; on distingue une membrane ondulante et un flagelle à l'extrémité antérieure.

» Sur les préparations colorées, on constate les particularités suivantes (*fig.* 3) :

» Le parasite mesure $40\,\mu$ de long, dont $32\,\mu$ environ pour le corps et 8^{μ} seulement pour le flagelle qui, comme on voit, est très court. L'extrémité antérieure est souvent moins effilée que la postérieure. Vers la partie moyenne du corps se trouve un noyau ovalaire contenant de grosses granulations de chromatine; le centrosome, situé vers l'extrémité postérieure, est sphérique et notablement plus gros que chez *Tr. Remaki*. La membrane ondulante est bien développée. Le flagelle part du centrosome, borde la membrane ondulante et devient libre à la partie antérieure.

» *Trypanoplasma Borreli* n. gen. et n. sp. — Ce parasite a été trouvé dans le sang de la moitié des Rotengles (*Scardinius erythrophthalmus*) pêchés dans les étangs de Garches. Les jeunes Rotengles sont plus rarement infectés que les Rotengles qui mesurent 15^{cm} à 17^{cm} de long. Chez tous les Rotengles que nous avons examinés, les *Trypanoplasma* étaient en petit nombre dans le sang; un examen prolongé était souvent nécessaire pour les découvrir.

» Dans les préparations de sang frais, *Tr. Borreli* a des mouvements très vifs et il est impossible de se rendre un compte exact de sa structure à l'examen de ces préparations. On constate seulement que le parasite change souvent de forme : tantôt il se courbe en forme de C et l'on voit, du côté de la convexité, une membrane ondulante; tantôt il s'étale comme une Amibe et le corps devient alors aussi transparent que la membrane ondulante; on ne distingue ni noyau ni granulations d'aucune sorte.

» Les préparations colorées par la méthode que nous préconisons (bleu Borrel-éosine, tannin) révèlent une structure assez différente de celle des Trypanosomes.

» Le corps de *Trypanoplasma Borreli* est aplati, souvent recourbé en arc comme l'indique la *fig*. 4; la partie située du côté de la concavité est évidemment plus épaisse que la partie située du côté de la convexité qui se continue, sans ligne de démarcation nette, avec la membrane ondulante. Cette dernière partie du corps se colore moins fortement que la première. L'une des extrémités, que nous appellerons antérieure, est amincie, l'autre est arrondie. La longueur du corps (flagelles non compris) est de 20 μ; la largeur est variable : 3 μ à 4 μ ou même davantage.

» A l'union du tiers postérieur du corps avec le tiers moyen, on voit deux petits amas de chromatine (*n*, *c*, *fig*. 4) qui ont à peu près le même volume et qui, de forme allongée, ont leurs grands axes parallèles à celui du corps du parasite. De ces deux amas de chromatine, celui qui est situé du côté de la concavité représente vraisemblablement le noyau, celui qui se trouve du côté de la convexité nous paraît assimilable au centrosome des Trypanosomes. Ce dernier amas de chromatine se colore souvent moins fortement que le premier.

» Du centrosome partent deux flagelles qui se dirigent, en sens inverse, vers les deux extrémités du corps et qui deviennent ensuite libres.

» Le flagelle antérieur (*fa*) borde une membrane ondulante (*m*) très bien caractérisée, avant de devenir libre. Le flagelle postérieur (*fp*) se détache du centrosome, borde la convexité de la partie postérieure du corps où il existe peut-être une membrane ondulante, mais beaucoup moins développée que dans la partie antérieure; le flagelle contourne l'extrémité postérieure arrondie, puis se replie brusquement sur lui-même et enfin devient libre.

» La longueur des flagelles est assez grande, 15 μ environ pour chacun d'eux, ce qui donne 50 μ comme longueur totale du parasite, flagelles compris.

» La masse chromatique qui sert d'insertion aux deux flagelles, et que nous homologuons avec le centrosome des Trypanosomes, mérite d'attirer l'attention par ses dimensions et par sa ressemblance avec le noyau. Peut-être y aurait-il lieu de tirer de cette structure quelques conséquences au point de vue de la question des homologies du centrosome et de son origine phylogénique si discutée depuis dix ans [1]. On pourrait, par exemple, y voir un appui à la théorie de Lauterborn, qui regarde le centrosome comme homologue du noyau et qui prend pour point de départ des lignées morphologiques le cas d'*Amœba binucleata*, où il y a deux noyaux identiques. Le cas de *Tr. Borreli* représenterait l'étape suivante.

» Nous n'avons jamais vu de formes de division de ces Hématozoaires; il est bien probable que chez les Poissons, comme chez les Rats infectés par

(1) Voir notamment : R. Sand, *Bulletin de la Société belge de Microscopie*, t. XXIV, p. 45; 1899.

Tr. Lewisi, il y a une période de multiplication assez courte après laquelle les parasites persistent dans le sang, mais ne se divisent plus. Pour observer les formes de division, il faudrait donc inoculer les Trypanosomes à des Poissons non infectés; les tentatives que nous avons faites dans ce sens ne nous ont donné jusqu'ici que des résultats négatifs.

» Danilewsky et Chalachnikow disent avoir observé des divisions longitudinales des Trypanosomes des Poissons; nous croyons volontiers qu'il en est ainsi pour les Trypanosomes du type de *Tr. Remaki*, si semblables à *Tr. Lewisi* et *Tr. Brucei*.

» Les Trypanosomes des Poissons peuvent vivre pendant quelques jours *in vitro*.

» Berg a conservé, vivants, des Trypanosomes du Brochet pendant six jours dans une préparation de sang ordinaire, à la température de 12°.

» Mitrophanow a réussi à conserver vivants pendant trois ou quatre jours des Trypanosomes des Poissons dans du sang mélangé à de l'eau physiologique. Une température assez basse constitue, dit-il, une bonne condition pour leur conservation (1); cela s'accorde bien avec les observations que nous avons faites sur *Tr. Lewisi* (2).

» Nous avons conservé aussi pendant plusieurs jours des Trypanosomes du Brochet dans du sang pur ou mélangé à de l'eau physiologique; nous n'avons jamais observé, dans ces conditions, les formes de division qui ont été décrites par Chalachnikow. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume intitulé : « *Tychonis Brahe Dani* operum primitias DE NOVA STELLA, summi civis memor, denuo edidit Regia Societas scientiarum Danica ».

M. **Guyou**, en présentant à l'Académie, au nom du Bureau des Longitudes, la *Connaissance des Temps pour l'année* 1904, s'exprime ainsi :

« Je rappellerai que, depuis l'année 1901, nos Éphémérides sont calculées conformément aux résolutions arrêtées par la Conférence interna-

(1) Mitrophanow, *Biologisches Centralbl.*, 15 mars 1883, t. III, p. 39.
(2) Laveran et Mesnil, *Soc. de Biologie*, 6 oct. 1900.

tionale des Étoiles fondamentales, réunie en 1896, à Paris, sous les auspices du Bureau des Longitudes.

» Parmi les améliorations encore récentes, je citerai l'augmentation du nombre des étoiles dont les éléments d'occultation sont donnés. Cette amélioration est d'autant plus utile que la méthode des occultations est devenue la seule qui puisse fournir les longitudes avec une approximation en rapport avec les besoins actuels de la Géographie.

» Les données relatives aux satellites des planètes ont aussi été augmentées. Enfin un Supplément donne, pour le commencement de l'année, les positions moyennes des étoiles du Catalogue fondamental de M. Newcomb, qui ne figurent pas dans l'une des trois Éphémérides : *American Ephemeris, Nautical Almanach* et *Connaissance des Temps*.

» Je dois mentionner encore l'addition, cette année, de deux nouvelles Tables, dont l'une facilite la transformation des coordonnées géographiques des étoiles en coordonnées astronomiques, et l'autre donne les longueurs des arcs d'un degré de méridien et de parallèle aux différentes latitudes. »

M. E. **Oustalet** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, par le décès de M. *H. de Lacaze-Duthiers*.

MÉCANIQUE. — *Sur la toupie de Foucault.* Note de M. **Alexander-S. Chessin**, présentée par M. Appell.

« Il s'agit de déterminer le mouvement d'un solide de révolution homogène, fixé par un point de son axe de figure à la surface de la Terre, après lui avoir imprimé une rotation initiale de grande vitesse autour de cet axe maintenu immobile relativement à la Terre (*toupie de Foucault*). Ce problème, que Ph. Gilbert a abordé dans son Mémoire, *Sur l'application de la méthode de Lagrange à divers problèmes de mouvement relatif*, sans arriver à le résoudre, se prête bien à une solution par la méthode dite *des perturbations*, dont l'idée est due à E. Bour et que nous avons développée en détail dans un Mémoire, *Sur le mouvement relatif* (*Trans. American math. Soc.*, t. I, p. 116-170). Nous allons donc en donner la solution, en considérant l'influence de la rotation terrestre sur le mouvement apparent de la toupie comme résultant d'une force perturbatrice.

» Cela posé, soient θ, φ, ψ les angles d'Euler qui définissent la position du corps par rapport à un système d'axes lié à la Terre; λ la latitude du point fixe; C et A les moments d'inertie axial et équatorial de la toupie relative à ce point; M la masse du corps; l la distance de son centre de gravité au point fixe; ω la vitesse angulaire de la Terre autour de son axe. Par un procédé bien connu on arrive aux formules suivantes, qui donnent la solution du problème dans le cas de $\omega = 0$ (mouvement non troublé), aux termes de l'ordre de la quantité très petite $\left(\frac{1}{\psi'_0}\right)^6$ près :

$$(1)\left\{\begin{aligned}
&\cos\theta = (h - e_2)\cos^2\frac{\pi u}{2\omega_1} + (h - e_3)\sin^2\frac{\pi u}{2\omega_1}, \qquad u = \mu(t - \beta),\\
&\varphi + \beta_1 = \frac{\omega_1}{a\pi}\left\{\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\sqrt{(1 - h + e_2)(1 - h + e_3)}}\operatorname{tang}^{-1}\left[\sqrt{\frac{1 - h + e_3}{1 - h + e_2}}\operatorname{tang}\frac{\pi u}{2\omega_1}\right]\right.\\
&\qquad\left. + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{\sqrt{(1 + h - e_2)(1 + h - e_3)}}\operatorname{tang}^{-1}\left[\sqrt{\frac{1 + h - e_3}{1 + h - e_2}}\operatorname{tang}\frac{\pi u}{2\omega_1}\right]\right\},\\
&\psi + \beta_2 = \alpha_2\left(\frac{1}{C} - \frac{1}{A}\right)t\\
&\qquad + \frac{\omega_1}{a\pi}\left\{\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\sqrt{(1 - h + e_2)(1 - h + e_3)}}\operatorname{tang}^{-1}\left[\sqrt{\frac{1 - h + e_3}{1 - h + e_2}}\operatorname{tang}\frac{\pi u}{2\omega_1}\right]\right.\\
&\qquad\left. + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{\sqrt{(1 + h - e_2)(1 + h - e_3)}}\operatorname{tang}^{-1}\left[\sqrt{\frac{1 + h - e_3}{1 + h - e_2}}\operatorname{tang}\frac{\pi u}{2\omega_1}\right]\right\},
\end{aligned}\right.$$

désignant par α, α_1, α_2, β, β_1, β_2 les constantes d'intégration, par e_1, e_2, e_3 les racines de l'équation $4x^3 - g_2 x - g_3 = 0$; par ω_1 la demi-période réelle de la fonction $p(u; g_2, g_3)$, où

$$h = -\frac{\alpha}{6a\mu} - \frac{\alpha_2^2}{12a^2}\left(1 - \frac{A}{C}\right), \qquad a = A\mu, \qquad \mu = \sqrt{\frac{Mgl}{2A}},$$

$$g_2 = 4(1 + 3h^2) + \frac{2\alpha_1\alpha_2}{a^2}, \qquad g_3 = 8h(1 - h^2) + \frac{\alpha_1^2 - 2h\alpha_1\alpha_2 + \alpha_2^2}{a^2}.$$

» Pour passer au mouvement relatif (mouvement troublé), on forme la fonction perturbatrice Ω d'après les formules données dans mon Mémoire déjà cité. On trouve ainsi

$$\Omega = -\omega[A(\theta'\cos\gamma_1 + \varphi'\sin\theta\cos\gamma_2) + C(\psi' + \varphi'\cos\theta)\cos\gamma_3],$$

où nous avons posé

$$\begin{aligned}
\cos\gamma_1 &= \cos\lambda\cos\varphi,\\
\cos\gamma_2 &= \sin\lambda\sin\theta - \cos\lambda\cos\theta\sin\varphi,\\
\cos\gamma_3 &= \sin\lambda\cos\theta + \cos\lambda\sin\theta\sin\varphi.
\end{aligned}$$

Il est entendu que θ, φ, θ', φ', ψ' sont exprimés en fonction du temps et des constantes arbitraires. Il ne reste qu'à intégrer le système d'équations différentielles

$$\frac{d\alpha_i}{dt} = \frac{\partial\Omega}{\partial\beta_i}, \qquad \frac{d\beta_i}{dt} = -\frac{\partial\Omega}{\partial\alpha_i},$$

ce qui s'effectue aisément, comme on doit négliger les termes de l'ordre de ω^2. On arrive alors aux formules suivantes, où $s = \frac{C\psi'_0}{2a}$,

$$(2)\left\{\begin{aligned}
\alpha &= \alpha_0 - \omega\cos\lambda . a\sin\theta_0\left[2\cos\varphi_0 . \mu t + \frac{1}{s}\sin\varphi_0 . \mu^2 t^2\right],\\
\alpha_1 &= \alpha_{10} + \omega\cos\lambda . a\sin\theta_0\left[2s\cos\varphi_0 . t + \sin\varphi_0 . \mu t^2\right],\\
\alpha_2 &= \alpha_{20},\\
\beta &= \beta_0 + \frac{\omega\cos\lambda\sin\varphi_0}{2\mu s\sin\theta_0}t,\\
\beta_1 &= \beta_{10} + \frac{\omega\cos\gamma_{20}}{\sin\theta_0}t + \frac{\omega\cos\lambda\cos\theta_0\cos\varphi_0}{2s\sin\theta_0}\mu t^2,\\
\beta_2 &= \beta_{20} + \frac{\omega\cos\lambda\sin\varphi_0(C-A)}{C\sin\theta_0}t + \frac{\omega\cos\lambda}{\mu s\sin\theta_0}\\
&\quad\times\left[\cos\theta_0\cos\varphi_0\sin^2(s\mu t) + \frac{A}{2C}\sin\varphi_0\sin(2s\mu t) + \frac{A-C}{2C}\cos\varphi_0\mu^2 t^2\right].
\end{aligned}\right.$$

» Quant aux valeurs de α_0, α_{10}, α_{20}, on doit se rappeler que les intégrales intermédiaires dans cette théorie sont données, non pas par les formules $p_i = \frac{\partial V}{\partial q_i}$, mais par les équations $p_i + \frac{\partial L}{\partial q'_i} = \frac{\partial V}{\partial q_i}$ (1). A l'aide de cette remarque, on obtient les résultats suivants :

$$\alpha_0 = \frac{2a^2s^2}{C} - 2a\mu\cos\theta_0, \qquad \alpha_{20} = 2as + C\omega\cos\gamma_{30},$$
$$\alpha_{10} = 2as\cos\theta_0 + \omega(A\sin\theta_0\cos\gamma_{20} + C\cos\theta_0\cos\gamma_{30}).$$

» Enfin, les valeurs de β_0, β_{10}, β_{20} se tirent des équations (1) en y posant $t = 0$ et remplaçant α, α_1, α_2 par α_0, α_{10}, α_{20}.

» On a ainsi tout ce qu'il faut pour la solution complète du problème posé.

» Dans les formules (2) on a négligé les termes de l'ordre de $\frac{\omega}{s^2}$. Il est aisé de pousser l'approximation plus loin, mais on ne peut excéder la

---

(1) Voir Mémoire cité. Dans le cas présent, $L = -\Omega$.

limite d'approximation imposée par la nécessité de négliger les termes de l'ordre de $\omega^2 s$ dans l'expression de la fonction perturbatrice. »

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Sur la stabilité de la marche des commutatrices*. Note de M. **Maurice Leblanc**, présentée par M. A. Potier.

« I. Une commutatrice était branchée sur une batterie d'accumulateurs qui lui fournissait aussi son courant d'excitation. La commutatrice produisait des courants alternatifs triphasés dont la tension était relevée par un premier transformateur, puis abaissée par un second. Les courants à basse tension fournis par le second transformateur étaient absorbés par trois rhéostats.

» Lorsque l'on augmentait graduellement la charge de la commutatrice, il arrivait un moment où sa vitesse de rotation cessait d'être constante et se mettait à varier entre des limites dont l'écart croissait, ensuite, très rapidement avec la charge.

» Ce phénomène s'explique de la manière suivante :

» La commutatrice était alimentée par un courant continu débité sous voltage constant. Sa vitesse de rotation devait augmenter lorsque l'intensité de son champ magnétique diminuait, et réciproquement.

» Cette machine fournissait, d'autre part, des courants déwattés au réseau à courants alternatifs qu'elle desservait : ces courants, en traversant son armature, tendaient à affaiblir son champ d'autant plus qu'ils étaient plus intenses.

» Or si l'on cherche l'expression de l'intensité b du courant déwatté fourni par la commutatrice à chacun des circuits primaires du premier transformateur, on trouve qu'elle est fonction de la vitesse ω de la machine et de la charge de la machine. Si l'on prend la dérivée $\frac{db}{d\omega}$, on voit qu'en général elle est négative, tant que la charge est inférieure à une valeur déterminée que nous appellerons *charge limite;* elle s'annule ensuite, puis devient positive; dans ces conditions, on voit que :

» 1° Tant que la charge de la commutatrice était inférieure à sa charge limite, tout accroissement accidentel de vitesse amenait une diminution des courants déwattés qu'elle fournissait. Son champ magnétique se trouvait renforcé, et cela tendait à la ralentir. Sa vitesse était ainsi maintenue automatiquement constante.

» 2° Lorsque la charge de la commutatrice était supérieure à sa charge limite, à tout accroissement accidentel de vitesse correspondait un accroissement de l'intensité des courants déwattés qu'elle avait à fournir. Son champ magnétique était donc affaibli et elle devait tourner de plus en plus vite, comme l'eût fait une machine à courant continu dont on eût graduellement diminué l'excitation, jusqu'à ce que l'intensité du courant débité par les accumulateurs se trouvât limitée par la résistance des circuits qu'il parcourait. Mais l'armature de la commutatrice était alors dans un état d'équilibre dynamique instable, et sa vitesse ne devait pas tarder à décroître, jusqu'à ce que la

dérivée $\frac{db}{d\omega}$, qui était aussi fonction de la vitesse ω, redevînt négative, par suite de la diminution de cette vitesse.

» Il faut pratiquement que la charge limite soit supérieure à la charge maxima, pour laquelle est construite la commutatrice.

» Le calcul montre que l'on peut augmenter cette charge limite : 1° en diminuant la fréquence des courants fournis par la commutatrice; 2° en diminuant les coefficients d'induction des transformateurs, par l'introduction de feuilles de carton dans leurs joints magnétiques; 3° en réduisant, autant que possible, leurs fuites magnétiques.

» Toutes ces conclusions ont été vérifiées par l'expérience.

» II. Une commutatrice, dont le transformateur était directement branché sur un réseau de distribution, fonctionnait parfaitement en pleine charge. Pour faire varier le voltage du courant continu, on monta en série, avec les circuits primaires de son transformateur, ceux d'un survolteur à courants alternatifs. (Le coefficient de fuites magnétiques de ce survolteur était très élevé.) La commutatrice devient alors le siège de mouvements pendulaires à longue période, dès que sa charge atteignit la moitié de celle que l'on avait facilement atteinte sans le survolteur.

» On peut expliquer ce phénomène de la manière suivante :

» On démontre que, si le courant d'excitation d'une commutatrice est fourni par des accumulateurs, si ses balais sont bien calés et si les circuits à courants alternatifs, qui aboutissent d'une part aux bagues de la commutatrice et de l'autre aux conducteurs d'un réseau à voltage constant, ont un coefficient de self-induction l, tout mouvement d'avance de cette machine déterminera d'abord une élévation de voltage à ses bornes, proportionnelle au coefficient l et à l'intensité du courant continu fourni.

» Si le voltage aux bornes de la commutatrice demeurait constant, son couple moteur diminuerait, lorsqu'elle prendrait un mouvement d'avance. Mais à tout accroissement de voltage correspond un accroissement de ce couple.

» Aux faibles charges, le premier effet l'emporte sur le second.

» Le couple moteur de la machine diminue quand elle prend de l'avance, et réciproquement.

» Au delà d'une certaine charge le second effet prédomine. Alors, à un mouvement d'avance correspond un accroissement du couple moteur. La machine continue donc à prendre de l'avance, jusqu'à ce que le couple cesse de croître. Elle se trouve, à ce moment, dans un état d'équilibre dynamique instable, et elle prend bientôt un mouvement de retard qui dure jusqu'à ce que le couple cesse de décroître.

» L'expérience montre que, dès que les mouvements pendulaires dont nous nous occupons commencent à se manifester, leur amplitude croît très rapidement avec le débit de la commutatrice. Nous sommes arrivés à nous opposer à leur production de la manière suivante :

» L'élévation de voltage aux bornes de la commutatrice, occasionnée par un mouvement d'avance de son armature, tend à amener un accroissement anormal de son couple moteur. Mais ce couple est aussi fonction de l'excitation de la machine et diminue avec elle. Donc, si la même élévation de voltage pouvait provoquer une diminution de l'excitation de la commutatrice, l'accroissement du couple moteur pourrait être rendu nul ou négatif.

» Or, l'élévation de voltage aux bornes de la commutatrice détermine une augmentation de l'intensité du courant continu qu'elle débite. Nous avons utilisé cet effet en donnant deux enroulements aux bobines de son inducteur.

» Le premier enroulement était monté en dérivation entre les balais de la commutatrice. Le second était monté en série dans le circuit du courant continu, de telle manière que sa force magnétisante se retranchât de celle du premier enroulement.

» L'expérience a justifié ces prévisions, et, une fois cette modification faite, nous avons pu mettre en pleine charge notre commutatrice munie de son survolteur, aussi facilement que lorsque les circuits primaires de son transformateur étaient directement branchés sur le réseau. »

THERMOCHIMIE. — *Valeur minima de la chaleur totale de combinaison* Q. Note de M. **de Forcrand**.

« La relation que j'ai donnée précédemment ([1]) peut être écrite

$$\frac{L+S}{T} = \frac{(l+s)M}{T} = \frac{Q}{T'} = \frac{L+S+q}{T'} = 30,$$

Q étant la somme des trois quantités L, S et q.

» Il en résulte immédiatement plusieurs conséquences :

» I. Du moment que l'on a séparément

$$\frac{L+S}{T} = 30 \qquad \text{et} \qquad \frac{L+S+q}{T'} = 30,$$

il faut que l'on ait aussi

$$\frac{q}{\theta} = 30,$$

θ étant ici la différence $T' - T$; θ et q seront toujours positifs.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 881.

» θ mesure, en somme, l'élévation du point d'ébullition de la molécule fixée. La chaleur de combinaison proprement dite q lui est proportionnelle, et le rapport est encore 30, et pour tous les corps.

» Isambert avait remarqué le premier, pour les chlorures métalliques ammoniacaux, que Q est d'autant plus petit que la tension de 760^{mm} a lieu à une température plus basse. J'ajouterais : à une température plus voisine de $234^\circ,5$, point d'ébullition de AzH^3. En outre, le fait est absolument général; il y a proportionnalité rigoureuse entre Q et T', et le rapport 30 est le même pour tous les corps. Bien plus, il y proportionnalité entre q et θ, et le rapport 30 se retrouve encore constant.

» II. Lorsque q tend vers zéro, il en est de même pour θ, et l'on retrouve la relation $\frac{L+S}{T} = 30$. Il en résulte que la chaleur *totale* de combinaison Q a nécessairement pour limite inférieure précisément L + S.

» Pour quelques corps, elle a été mesurée; plus généralement, on peut la calculer au moyen de ma relation, et dresser le Tableau suivant pour chaque molécule (¹) :

	Calculé.	Mesuré.		Calculé.	Mesuré.		Calculé.	Mesuré.
	Cal	Cal		Cal	Cal		Cal	Cal
H^2	0,61	?	HCl	7,13	?	$C^2O^4(CH^3)^2$.	13,11	14,06
F^2	2,56	»	H^2O	11,19	11,09	CH^2O^2	11,35	8,43(⁶)
Cl^2	7,20	»	H^2S	6,33	?	$C^2H^4O^2$	11,71	9,52(⁶)
Br^2	10,08	9,60	SO^2	7,88	»	$C^4H^8O^2$	13,08	12,57
I^2	13,47(²)	8,98	Az^2O	5,55	»	$C^2H^6O^2$	14,10	14,68
O^2	2,71	?	CS^2	9,58	»	C^6H^6O	13,68	13,49
S^2	21,40(³)	5,20	CH^4	3,27	»	CO^2	5,82	6,25
Az^2	2,36	?	C^2H^2	5,64	»	AzH^3	7,03	?
P^2	16,50(⁴)	»	C^2H^4	5,12	»	AzH^2CH^3 ..	8,02	»
C^2	90,00(⁵)	»	C^6H^6	10,59	10,01	$AzH(CH^3)^2$.	8,43	»
			$C^{10}H^8$	14,74	?	$Az(CH^3)^3$ ..	8,47	»
			$C^2H^4Br^2$ ...	12,12	11,39	$AzH^2C^2H^5$.	8,73	»
			C^2HCl^3O ..	11,16	11,70			

(¹) Dans les calculs, on a admis que le poids moléculaire M était le plus simple possible.

(²) J'ai pris 176° C. pour point d'ébullition. Il est à remarquer que 8,98 est exactement les deux tiers de 13,47. Si, au lieu d'admettre pour M la condensation I^2, on prenait I^3, le nombre calculé serait aussi 8,98.

(³) Le nombre d'expérience 5,20 est exactement le quart de 21,40; on trouverait donc bien 5,20 en admettant $M = S^8$ et non pas $M = S^2$.

(⁴) La condensation moléculaire du phosphore étant certainement P^4, on trouverait, par le calcul, la moitié de 16,50, soit 8,25 pour P^2.

(⁵) J'ai admis $T = 3000^\circ$; le résultat obtenu ne peut être qu'une approximation assez grossière.

(⁶) On sait que les molécules de ces deux acides sont condensées au point d'ébullition.

» J'ai cherché à comparer ces valeurs avec les nombreuses données thermochimiques actuellement connues ; j'ai trouvé plusieurs fois des vérifications frappantes et je n'ai pas rencontré de nombres inférieurs à ceux de la liste précédente, sauf quelques exceptions facilement explicables.

» Ainsi certains polysulfures, étudiés par M. Sabatier, donnent pour la fixation de S^2 gazeux : $+13^{Cal},5$ et même $+12^{Cal}$, alors que mon Tableau donne $+21,40$. Mais pour calculer mes nombres j'ai pris uniformément le poids moléculaire le plus simple possible, c'est-à-dire ici S^2. Or il est certain qu'il faudrait prendre S^8, et l'on trouverait alors pour S^2 : $+5,20$ comme valeur minima.

» Pour l'ammoniac, on connaît un assez grand nombre de composés très dissociables.

» M. Baud a donné pour $Al^2Cl^6 + 18AzH^3$ les valeurs : $Q = +8^{Cal},26$ et $T' = 258°,4$. Nous avons donc 1^{Cal} environ de plus que la valeur minima $7,3$ et $23°,9$ pour θ.

» Le composé $NaCl + 5AzH^3$ de M. Joannis se rapproche encore plus de la limite, car il donne $T' = 249°$, soit $\theta = 14°,5$. Sa chaleur de formation Q n'a pas été évaluée, mais on peut la déduire des tensions mesurées ; on trouve ainsi $+8^{Cal},2$, nombre à peine supérieur à la limite.

» Nous nous en rapprocherons davantage encore avec les combinaisons décrites plus anciennement par M. Troost, du type $AzH^4Cl + nAzH^3$. Plusieurs d'entre elles sont extrêmement instables et T' est compris entre $242°$ et $245°$, soit à peine $10°$ au-dessus de $234°,5$ (valeur de T). J'ai calculé Q avec toutes les valeurs publiées pour les tensions ; à part quelques nombres qui sont manifestement en dehors des courbes, on trouve pour Q des valeurs souvent plus petites que 8^{Cal}, comprises entre 7^{Cal} et 8^{Cal}, mais supérieures à $+7^{Cal}$ (¹).

» Nous touchons donc ici à la limite, et dans de pareils composés l'ammoniac est presque à l'état de liberté. Je citerai encore une vérification très nette :

» Les deux composés KBr^3 et KI^3, découverts par M. Berthelot il y a une vingtaine d'années, ont pour chaleur de formation $+10^{Cal},30$ et $+13^{Cal},60$ (à partir de Br^2 gaz ou I^2 gaz, et de KBr ou KI solides). Ces nombres sont presque ceux de mon Tableau : $+10,08$ et $+13,47$, à peine supérieurs. Or, il est certain que des corps de ce genre, qui doivent leur

(¹) Sauf dans le cas où le composé est liquide, mais alors les mesures des tensions n'ont plus de signification précise.

existence à une trivalence anormale du potassium, doivent être extrêmement instables; ce sont encore des composés dans lesquels les molécules surajoutées Br^2 ou I^2 sont presque à l'état libre.

» Je crois donc que le Tableau donné plus haut fournit (avec une approximation de $\frac{1}{15}$, soit 6 à 7 pour 100) la valeur minima des chaleurs totales de combinaison. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude des alliages cuivre-aluminium.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

« Les alliages cuivre-aluminium ont déjà été l'objet d'études très approfondies de la part de M. Le Chatelier (¹).

» J'ai pensé qu'en appliquant à ces alliages la méthode que j'ai décrite pour ceux de tungstène et d'aluminium et pour ceux de molybdène et d'aluminium, je pourrais isoler les combinaisons des métaux cuivre-aluminium, prévues par la courbe de fusibilité et par les recherches métallographiques. La présente Note a pour objet les résultats de ces recherches.

» Je suis parti d'oxyde de cuivre chimiquement pur que j'ai préparé en traitant du cuivre électrolytique par l'acide azotique et en calcinant l'azotate obtenu.

» Toutes les expériences ont été faites sur 500gr de matière, à l'exception toutefois de celles très riches en aluminium, qui sont beaucoup moins violentes que les premières, et dans lesquelles j'ai agi sur 3kg de mélange.

» J'ai toujours utilisé Al en grains scindés entre les tamis 25 et 30; il est impossible, par suite de la violence de la réaction, d'utiliser Al en poudre. Voici les résultats auxquels je suis arrivé :

» 1° La limite d'inflammation a lieu pour la réaction correspondant théoriquement au composé $CuAl^4$;

» 2° L'expérience correspondant à la formation théorique de Cu donne un culot qui n'est pas attaqué par HCl étendu et ne correspond qu'à 95,49 pour 100 Cu.

» 3° Tous les culots compris entre les expériences qui donneraient théoriquement Cu et Cu^5Al sont de couleur or; ils ne sont pas attaqués par HCl étendu et ne semblent formés que de Cu + la combinaison Cu^3Al.

» 4° Les culots des expériences correspondant à la formation théorique Cu^4Al et Cu^3Al laissent dans HCl étendu un résidu très nettement cristallisé, qui correspond à la formule Cu^3Al. Ce composé est un de ceux prévus par les recherches de M. Le Chatelier.

(¹) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, avril 1895, juin 1899, septembre 1900.

» L'analyse faite par voie électrolytique a donné :

Cu : 87,11 ; 87,65 ; 87,75. En théorie : 87,55.

» 5° Les culots correspondant à la formation théorique de Cu^2Al et $CuAl$ traités par HCl étendu laisse un résidu très bien cristallisé. Si l'on attaque ce résidu par l'acide azotique concentré, on obtient, en très petite quantité (2 à 3 pour 100), une poudre noire insoluble dans cet acide et dans l'eau régale. Cette poudre a un aspect cristallin très net au microscope et semble être un siliciure d'aluminium et de cuivre très riche en silicium (73 pour 100). Quant à la partie soluble dans l'acide azotique, elle correspond au composé $CuAl$.

» On trouve ce produit sous forme de petits cristaux dans les culots; mais ils sont très difficiles à isoler. Ce doit être la combinaison qu'a indiquée M. Le Chatelier dans son étude micrographique des alliages cuivre-aluminium, et qu'il donnait comme voisine de $CuAl$.

» 6° Les culots donnés par les expériences qui conduisaient aux composés Al^2Cu et Al^3Cu sont entièrement cristallisés. On y trouve, à l'intérieur de grandes alvéoles, de magnifiques cristaux en aiguilles, qui atteignent jusqu'à 2^{cm} et 3^{cm} de longueur. Ces cristaux peuvent être aisément séparés de la masse, mais ils sont toujours recouverts d'aluminium. C'est l'expérience correspondant à la formation théorique de Cu^3Al qui donne les meilleurs résultats. Comme ils sont attaqués par HCl et KOH étendus, on ne peut les avoir purs qu'en opérant comme il suit : on les traite par l'acide azotique concentré et bouillant; l'aluminium s'y dissout très lentement et l'on voit très nettement le moment précis où commence l'attaque des cristaux; on arrête alors l'action de l'acide. Ces cristaux correspondent à la formule Al^2Cu.

» Ces cristaux se présentent également sous forme de grandes lamelles qu'il est, en général, fort difficile de séparer de la masse. Ces lamelles rappellent absolument par leurs dispositions les microphotographies de l'alliage Al^2Cu données par M. Le Chatelier (1).

» Si, d'autre part, on broie très finement la masse du culot contenant ces cristaux et si on la traite, comme je l'ai dit, par l'acide azotique, on obtient la même combinaison Al^3Cu, en poudre cristalline.

» Les culots obtenus dans les expériences correspondant à Al^2Cu et à Al^3Cu ne sont formés que par le composé $Al^2Cu + Al$ en excès plus ou moins grand.

» Je résumerai mes recherches dans le Tableau suivant :

Expériences correspondant à la formation théorique de	Composition du culot brut.	Composition du résidu dans HCl étendu.	
Cu	Cu = 95,55	Cu = 95,53	
$Cu^{10}Al$	Cu = 90,44	Cu = 90,50	
Cu^5Al	Cu = 88,34	Cu = 88,55	
Cu^4Al	Cu = 87,02	Cu = 87,35	Composé Cu^3Al.
Cu^3Al	Cu = 86,94	Cu = 87,11	

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement;* septembre 1900.

Expériences correspondant à la formation théorique de	Composition du culot brut.	Composition du résidu dans HCl étendu.	
Cu^2Al	$Cu = 68,46$	$Cu = 69,02$	Composé CuAl + siliciure d'aluminium.
Cu Al	$Cu = 65,80$	$Cu = 68,96$	
$CuAl^2$	$Cu = 53,32$	$Cu = 54,04$	Composé Al^2Cu.
$CuAl^3$	$Cu = 49,56$	$Cu = 54,24$	
$CuAl^4$	Culot mêlé d'alumine et ne pouvant être trié.		

» En résumé, en appliquant à l'oxyde de cuivre la méthode que j'ai indiquée pour les acides tungstique et molybdique, j'ai pu isoler les trois combinaisons qui ont été signalées dans les études de M. Le Chatelier et qui correspondent aux formules Cu^3Al, CuAl, Al^2Cu, la combinaison CuAl étant obtenue mélangée avec 2 à 3 pour 100 d'un siliciure de cuivre et d'aluminium. »

CHIMIE. — *Sur la séparation du fer*. Note de M. **Paul Nicolardot**, présentée par M. Haller. (Extrait.)

« En 1859, Béchamp a établi (¹) l'existence d'oxychlorures ferriques solubles auxquels il attribuait la formule $Fe^2Cl^6(Fe^2O^3)^n$. Ces composés à réaction acide, dans lesquels il était impossible de déceler Cl et Fe à l'aide de leurs réactifs habituels, étaient précipités par les sulfates alcalins à l'état de combinaisons insolubles dans l'eau.

» MM. Wyrouboff et Verneuil ont montré (²) que des composés semblables existaient pour les métaux des terres rares (thorium, cérium, didyme, etc.) et qu'ils étaient des combinaisons acides d'oxydes plus ou moins condensés dont les *sulfates sont insolubles*; ils leur ont atttribué les formules $(Ce^3O^4)^n 4AzO^3H$, $(ThO)^n 2SO^4H^2$...

» Il m'a paru intéressant de reprendre l'étude plus détaillée des corps de Béchamp et de chercher à séparer quantitativement le fer d'avec les métaux, dont les oxydes ne se polymérisent pas en dissolution. J'ai mis à profit l'observation suivante déjà signalée par M. Wyrouboff (³). Quand on chauffe une solution de Fe^2Cl^6 neutre, on voit la liqueur prendre une teinte de plus en plus foncée, et si l'on ajoute à la liqueur bouillante une

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. LVII, p. 291; 1859.
(²) *Bull. de la Soc. chim.*, 3e série, t. XXVIII, p. 118; 1899.
(³) *Bull. de la Soc. chim.*, 3e série, t. XXVIII, p. 1046; 1899.

solution d'un sulfate, il se forme un précipité de sulfate d'oxyde de fer condensé, dont la composition varie suivant la température, suivant la dilution et sur lequel je reviendrai bientôt. La liqueur devient naturellement fortement acide.

» Si l'on prend le sulfate de l'un des métaux suivants : Mg, Zn, Cu, Ni, Co, Mn, Cd, Cr, Al et Fe au minimum, on constate que le précipité de fer obtenu à l'ébullition ne contient pas traces des autres métaux.

» Il importe cependant de remarquer que l'on n'obtient la précipitation totale du fer que lorsque l'acidité de la liqueur ne dépasse pas une certaine limite. Pour précipiter intégralement 1^{gr} de fer (quantité que l'on a souvent à traiter dans la pratique) il faut pousser la dilution très loin et prolonger pendant longtemps l'ébullition. Quoique plus simple que l'emploi de l'ammoniaque et de l'hydrogène sulfuré, que le procédé à l'acétate ou que la fusion avec les alcalis et les nitrates, cette méthode de séparation du fer ne m'a pas paru assez pratique.

» Or j'ai constaté que, maintenu à 125°, le chlorure ferrique arrivait à poids constant sans perte de fer et formait une combinaison complexe dans laquelle le rapport de Fe à Cl est égal à 1 : 1 et dont le sulfate est insoluble. Il en résulte le mode opératoire suivant :

» *Mode opératoire.* — Le composé (alliage) est dissous par l'eau régale; la solution est évaporée à sec en présence de HCl pour chasser AzO^3H et portée ensuite à 125° pendant quatre heures (¹). On fait passer avec de l'eau le contenu de la capsule dans un ballon (²) et l'on étend à 500^{cc}. On porte à l'ébullition et l'on ajoute alors 1^{gr} environ de $SO^4(AzH^4)^2$. Au bout d'un quart d'heure d'ébullition on retire le ballon, on laisse le précipité se rassembler et l'on filtre *sans arrêt* sur un filtre à tissu serré, car le précipité est souvent très ténu.

» Dans le cas du mercure et du cadmium, dont les chlorures se volatilisent à 125°, on neutralise exactement avec AzH^3 et l'on fait bouillir après addition de $SO^4(AzH^4)^2$. On filtre et l'on neutralise de nouveau jusqu'à formation d'un léger précipité de fer qui est un sulfate d'oxyde de fer condensé; la liqueur reste encore acide. On fait bouillir de nouveau sans addition de sulfate; après quoi la séparation est complète.

» J'ai reconnu aussi que d'autres sels précipitaient le fer dans les mêmes conditions (séléniates, phosphates, arséniates, vanadates, molybdates, ...). On peut ainsi entraîner avec le fer Se, P, As, V, ... et les en séparer par une simple fusion avec le mélange oxydant ou avec un alcali. L'analyse

---

(¹) Les différentes données (temps, dilution...) correspondent à 1^{gr} de fer.

(²) Le dépôt de fer qui adhère aux parois de la capsule ne contient pas traces de l'autre métal.

des alliages et des aciers spéciaux est rendue très facile par cette méthode. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Détermination qualitative et quantitative de traces d'antimoine en présence de fortes proportions d'arsenic.* Note de M. G. Denigès.

« Les méthodes classiques ne se prêtent pas, comme on sait, à la détermination de très faibles quantités d'antimoine, surtout en présence de masses relativement bien plus fortes d'arsenic, ainsi qu'on peut avoir à le faire en toxicologie.

» Les procédés que nous allons développer permettent de déterminer et de caractériser l'antimoine à la dose d'un millième de milligramme et moins encore, même mélangé à une quantité jusqu'à 500 fois plus forte d'arsenic et, par suite, d'étudier l'élimination du premier de ces corps et, au besoin, d'examiner la possibilité de sa présence dans l'organisme comme constituant normal.

» Nous indiquerons ces procédés par ordre croissant de sensibilité :

» 1° *Procédé à l'étain.* — Lorsque, dans une solution d'acide chlorhydrique à $\frac{1}{4}$ d'un produit antimonial, placée dans une capsule de platine, on plonge une lame d'étain touchant en même temps le platine, au moins par son extrémité immergée qui sera avantageusement épointée, le couple résultant fait, presque instantanément, sous forme d'une tache brune, déposer sur le platine de l'antimoine, lorsque la proportion de ce métalloïde n'est pas inférieure à 1^{mgr} par centimètre cube de liqueur chlorhydrique.

» Pour des doses plus faibles, la rapidité d'apparition de la tache est fonction de la quantité d'antimoine dissoute dans un volume donné de liquide et, pour un temps déterminé, l'intensité de la tache brune dépend aussi de cette quantité : la limite de sensibilité du procédé est de $0^{mgr},002$ d'antimoine par vingtième de centimètre cube de liqueur chlorhydrique, volume auquel il est toujours possible de ramener, par dissolution dans ClH à $\frac{1}{4}$, le résidu du traitement d'un anneau antimonial par l'acide azotique, après évaporation à siccité. Il faut, pour ces faibles doses, maintenir, pendant une demi-heure, la durée de contact du platine avec l'étain immergé; en prolongeant cette durée pendant une heure, on peut reculer la limite à *un millième de milligramme* dans la prise d'essai.

» Lorsqu'on opère de même avec une solution chlorhydrique à $\frac{1}{4}$ d'acide arsénique, il ne se produit aucun dépôt lorsque la quantité d'arsenic ne dépasse pas 5^{mgr} par centimètre cube de solution et lorsque la durée d'immersion de l'étain n'excède pas une demi-heure.

» Au delà de cette dose, les solutions arséniques laissent un résidu brunâtre, quoique relativement faible et long à se produire.

» Les solutions renfermant à la fois arsenic et antimoine se comportent comme les liqueurs antimoniales et arsénicales isolées.

» Il est donc possible, par ce procédé, de déterminer à coup sûr $0^{mgr},002$ d'antimoine en présence de 125 fois plus d'arsenic.

» Pour le dosage, on procède par comparaison, en opérant, pendant un même temps, sur un même volume de solutions d'antimoine dans ClH à $\frac{1}{4}$, renfermant, par $\frac{1}{10}$ de centimètre cube, 2, 4, 8, 12, 16, 20 millièmes de milligramme de ce métalloïde.

» Le zinc, communément employé pour déceler l'antimoine par dépôt sur platine, est infiniment moins sensible que l'étain et ne convient pas en présence d'arsenic; aussi l'avons-nous rejeté dès nos premiers essais.

» 2° *Procédé aux sels de cœsium.* — Parmi les nombreux sels doubles du cœsium étudiés par Godeffroy en 1876, il en est un certain nombre, bien cristallisés, qui, ainsi que l'a signalé Behrens, se prêtent à un examen microchimique : tels sont le chlorure et surtout l'iodure de cœsium et d'antimoine.

» Pour obtenir le maximum de sensibilité et de constance, nous avons constaté que le produit antimonié devait être dissous dans ClH à $\frac{1}{4}$ ou SO^4H^2 à $\frac{1}{10}$ (en volume) et que le réactif devait être préparé en dissolvant 1^{gr} d'iodure de potassium et 3^{gr} de chlorure de cœsium dans 10^{cc} d'eau.

» En déposant doucement, sur une gouttelette de ce réactif, une gouttelette de solution antimoniale (renfermant au plus 1^{mgr} de Sb par centimètre cube) et examinant au microscope après une ou deux minutes de diffusion lente, on observe des lamelles hexagonales, jaunes ou grenat suivant leur épaisseur, groupées souvent en macles stellaires d'iodure stibio-cœsique.

» En opérant avec des gouttes d'un volume n'excédant pas $\frac{1}{100}$ de centimètre cube on peut déceler $\frac{1}{10000}$ de milligramme d'antimoine en solution sulfurique à $\frac{1}{10}$.

» En présence de l'arsenic, on peut déceler encore $\frac{1}{1000}$ de milligramme d'antimoine mélangé à 500 fois plus de son congénère arsénical, l'important étant que la dose de ce dernier corps ne dépasse pas 5^{mgr} par $\frac{1}{10}$ de centimètre cube de solution, sous peine de voir apparaître des cristaux d'iode.

» En se basant sur ces faits, on peut caractériser l'antimoine soit dans des taches sur platine, obtenues par le procédé précédent, soit dans des anneaux mixtes stibio-arsénicaux, en les dissolvant dans AzO^3H, évaporant à sec et reprenant par le volume d'acide dilué (ClH ou SO^4H^2) strictement compatible avec la proportion d'arsenic de la prise d'essai.

» Après addition du réactif ioduro-cœsique, on observe les cristaux ou l'enduit rouge d'iodure double dont la teinte ne doit pas changer par addition de SO^2 qui décolore les mélanges renfermant de l'iode libre.

» Le degré d'intensité de l'enduit peut encore ici, par la méthode de comparaison, servir à déterminer la quantité d'antimoine. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches, dans les végétaux, du sucre de canne à l'aide de l'invertine et des glucosides à l'aide de l'émulsine.* Note de M. **Em. Bourquelot.**

« La présence du sucre de canne a déjà été signalée dans un grand nombre de végétaux. Il est certain cependant que, en raison de l'imperfection des méthodes suivies jusqu'ici pour le rechercher, ce principe a dû échapper fréquemment à l'expérimentateur. On a presque toujours eu recours, en effet, à l'une des deux méthodes suivantes :

» Ou bien on a cherché à séparer le sucre en nature, ce qui ne réussit que quand les proportions en sont assez élevées, et exige souvent des manipulations longues et délicates;

» Ou bien on a fait agir, à chaud, sur les tissus ou extraits de tissus, un acide minéral étendu, réactif qui dédouble le sucre de canne; de telle sorte que l'analyse de ces tissus ou extraits, avant et après l'opération, a pu fournir parfois des données suffisantes. Mais les acides minéraux ne dédoublent pas seulement le sucre de canne, ils dédoublent encore les inulines, les amidons et les glucosides; aussi les conclusions ont-elles été incertaines dans un grand nombre de cas.

» Il existe un réactif qui, préparé et employé selon les règles connues, ne présente pas ces inconvénients; ce réactif, c'est l'invertine de la levure. L'invertine, qui dédouble le sucre de canne, dédouble aussi, il est vrai, le gentianose et le raffinose; mais ces derniers sucres sont rares et l'analyse de leurs produits de dédoublement ne permet pas de les confondre avec le sucre de canne.

» Je résume, ci-dessous, les recherches que j'ai faites avec ce réactif : 1° sur un organe souterrain (rhizome tuberculeux de *Scrophularia nodosa* L.); 2° sur le péricarpe succulent d'un fruit (*Cocos Yataï*); 3° sur une graine à albumen corné (*Asparagus officinalis* L.). J'y joins les essais que j'ai institués sur les mêmes organes avec l'émulsine qui peut, comme on le verra, donner des indications très précises sur l'existence, dans un tissu végétal, d'un des glucosides appartenant au groupe de ceux connus ou inconnus qui sont dédoublés par ce ferment.

» Le rhizome de *Scrophularia nodosa*, récolté au printemps, a été découpé, quelques heures après la récolte, dans de l'alcool à 95°, maintenu bouillant dans un ballon chauffé au bain-marie.

» Le ballon ayant été ensuite relié à un réfrigérant à reflux, on a continué l'ébullition pendant un quart d'heure. Après refroidissement, on a exprimé et filtré : la quantité d'alcoolature ainsi obtenue s'élevait à 800^{cc} pour environ 400^{gr} de rhizome.

» On en a prélevé 150^{cc} que l'on a évaporés au bain-marie, après addition de quelques décigrammes de carbonate de calcium précipité ; le carbonate est ajouté pour saturer les acides végétaux qui, en solution aqueuse, intervertiraient rapidement le sucre de canne.

» Le résidu a été repris par de l'eau thymolée de façon à obtenir 50^{cc} de liquide, puis on a fait, avec le liquide filtré, les mélanges suivants :

A.	Liquide filtré	10^{cc}
	Eau saturée de thymol	10^{cc}
B.	Liquide filtré	10^{cc}
	Solution d'invertine thymolée [1]	10^{cc}

» Les deux mélanges ont été abandonnés à la température du laboratoire (15° à 17°) pendant trois jours, après quoi on a ajouté à chacun d'eux 1^{cc} de sous-acétate de plomb, et filtré. Finalement les liquides ont été soumis à l'examen polarimétrique et analysés à la liqueur de Fehling. L'observation polarimétrique a été faite à 17° dans un tube de 20^{cm} ; mais les chiffres ont été augmentés de $\frac{1}{20}$, de même que les proportions de sucre réducteur : le liquide primitif ayant été additionné, comme il est dit ci-dessus, de $\frac{1}{20}$ de sous-acétate de plomb. Voici les résultats :

A.	Déviation	+ 1°43′
	Sucre réducteur pour 100	0^{gr},140
B.	Déviation	+ 1°13′
	Sucre réducteur pour 100	0^{gr},460

» Il s'est donc formé 0^{gr},320 de sucre réducteur et celui-ci est du sucre interverti. En effet — et c'est là un contrôle de la valeur de la méthode — les 0^{gr},320 de sucre interverti représentent à 17° (pour $\alpha D = -19°,5$) une déviation gauche de 0°,125, alors que les 0^{gr},304 de sucre de canne dont ils proviennent représentent une déviation à droite de 0°,404 (pour $\alpha D = +66°,6$). Si donc notre conclusion est juste, la déviation primitive a dû diminuer de la somme de ces deux déviations, soit de 32′. Or l'observation a donné 30′.

» D'autre part, si l'on admet que les 800^{cc} de liquide alcoolique représentent les 400^{gr} de rhizome, ce qui n'est pas tout à fait exact, le calcul indique que le rhizome renfermait environ 4^{gr},054 de sucre de canne par kilogramme, la totalité de celui-ci étant interverti, comme l'ont montré d'autres essais.

» Ce n'est pas tout : un second essai B a été institué en même temps que le premier, mais sur 30^{cc} de liquide filtré.

» Au bout de trois jours, on a porté le mélange à 100° de façon à détruire l'inver-

---

(1) Pour préparer la solution d'invertine on a agité de la levure haute dans de l'alcool à 95° ; on a essoré et fait sécher à l'étuve à 30° ; on a trituré ensuite 1^{gr} de produit sec dans 100^{cc} d'eau thymolée et filtré.

tine. Après refroidissement, on a ajouté 0gr,05 d'émulsine à 40cc du mélange et l'on a abandonné à la température du laboratoire. La rotation du liquide et son pouvoir rotatoire ont augmenté peu à peu, de telle sorte que, à la fin du cinquième jour, l'analyse a donné les résultats suivants :

Déviation	$+1°49'$
Sucre réducteur	0gr,558

» Sous l'influence de l'émulsine, il s'est donc formé 0gr,098 de sucre réducteur. Comme, d'ailleurs, la rotation du liquide a augmenté considérablement (36′) il est vraisemblable que ce sucre provient d'un glucoside lévogyre, comme le sont tous les glucosides naturels connus jusqu'ici qui sont dédoublables par l'émulsine.

» En étudiant de façon analogue le péricarpe du *Cocos Yataï* et la graine d'asperge, on a trouvé que le premier renfermait environ 25gr et la seconde environ 15gr de sucre de canne par kilogramme. Ni l'un ni l'autre n'a donné de réaction avec l'émulsine, ce qui démontre l'absence, dans ces organes, de glucoside dédoublable par le ferment.

» On voit, par ce qui précède, que la méthode telle que je viens de l'exposer peut rendre de réels services dans l'analyse immédiate. Elle est employée depuis quelque temps dans mon laboratoire; elle a donné, en particulier dans l'étude d'un certain nombre de graines à albumen corné, des résultats très satisfaisants qui seront publiés incessamment. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur le dosage de l'alcalinité du sang.* Note de MM. **Auguste Lumière**, **Louis Lumière** et **Henri Barbier**, présentée par M. Marey.

« La recherche des causes de l'alcalinité du sang et le dosage de cette alcalinité ont déjà été l'objet d'un nombre considérable de travaux. Les méthodes de dosage proposées fournissent des résultats fort divergents. Nous avons pu nous convaincre que les variations de la réaction alcaline constatés par différents auteurs et attribuées à des causes physiologiques ou pathologiques étaient inférieures à la limite de sensibilité ou aux causes d'erreurs des procédés employés.

» Toutes les méthodes décrites peuvent se diviser en deux classes : 1° celles dans lesquelles on introduit peu à peu dans un certain volume ou poids de sang une liqueur acide titrée, jusqu'à neutralisation de la réaction alcaline; 2° celles qui consistent à introduire d'emblée le sang dans un volume déterminé de liqueur acide titrée et à doser l'excès d'acide.

» Dans le premier cas, on se heurte invariablement à l'impossibilité de déterminer avec précision l'instant où la neutralisation est exactement atteinte, à cause de la présence des matières colorantes du sang, qui sont un obstacle à l'appréciation des réactions colorées indiquant cette neutralisation et à cause du manque de sensibilité des papiers réactifs. Aucune méthode basée sur ce principe n'a pu, jusqu'à présent, donner des résultats suffisants, à beaucoup près.

» Les procédés qui s'appuient sur le second principe permettent d'obtenir des chiffres plus acceptables parce que l'on peut, après sursaturation du sang, en éliminer la matière colorante et titrer l'excès d'acide dans une liqueur incolore.

» Malgré cela, ces méthodes présentent encore des causes d'erreurs importantes :

» 1° Les indicateurs colorés usuels ont une période de virage étendue qui entraîne une grande indécision dans le titrage. La phénolphtaléine, qui seule n'a pas cet inconvénient, est trop sensible à l'acide carbonique de l'air pour que l'on puisse prendre en considération les chiffres qu'elle fournit.

» 2° En outre, en introduisant dans le sang un excès d'acide, on ne sature pas seulement l'alcalinité du sang, celle qui réagit sur les indicateurs colorés, mais on neutralise encore tout ou partie de la basicité totale du sang. Les matières albuminoïdes sont susceptibles de réagir, dans une certaine mesure, sur les acides employés au titrage. Il importe, en effet, d'établir une distinction entre la *basicité* et l'*alcalinité* du sang. La basicité correspond à la faculté totale de saturation par un acide non seulement des alcalis minéraux, mais encore des albuminoïdes et des bases non alcalines, telles que l'urée, contenues dans le sang, alors que l'alcalinité ne représente que la fraction de cette affinité due à la présence des alcalis minéraux seuls.

» 3° Enfin Karfunkel ([1]) a déjà constaté que des poids de sang variables, mis en présence de volumes égaux de liqueur acide, conduisent à des résultats d'autant plus forts que les poids de sang sont plus faibles, et nous avons nous-mêmes obtenu de remarquables décroissances dans les résultats, avec des poids de sang croissants. Ces décroissances proviennent de la salification incomplète des matières albuminoïdes du sang, phénomène comparable à la dissociation par l'eau des bases faibles qui se com-

([1]) *Münch. Med. Woch.*, 1896.

binent d'autant plus complètement aux acides que ceux-ci sont plus concentrés.

» Cette seconde méthode donne donc des chiffres inexacts, à cause de l'insuffisance des réactifs colorés; ces chiffres sont non seulement supérieurs à l'alcalinité du sang, mais encore inconstants à cause de la réaction variable des acides sur les albumines.

» Nous avons cherché à remédier à ces inconvénients et tenté d'obtenir tout d'abord une grande précision en remplaçant le titrage acidimétrique ordinaire par un titrage d'iode dont la sensibilité et l'exactitude sont incomparables. Nous y sommes arrivés en employant l'excès d'acide à titrer pour déplacer la quantité équivalente d'iode, dans une solution d'iodure et d'iodate de potassium, selon l'équation

$$5KI + KIO^3 + 6HCl = 6I + 6KCl + 3H^2O.$$

» En titrant une solution de potasse à 3 pour 1000, par les anciens procédés et par notre méthode à l'iode, nous avons obtenu les écarts maxima suivants:

	Pour 100.
En présence du tournesol	4
» de la phtaléine	2
» de la coralline	2
» de l'iode	0,2

» Il nous a été possible aussi de corriger les erreurs provenant de la réaction variable des acides sur les albumines et d'obtenir des chiffres *constants* et *comparables* en traitant les poids quelconques de sang soumis à l'analyse, non plus par le même volume initial de liqueur acide, mais par des volumes proportionnels aux poids de sang mis en œuvre.

» Un même échantillon de sang, titré comparativement par les procédés anciens et par notre méthode des volumes proportionnels d'acide, nous a donné les résultats suivants :

Volumes constants de l'acide.		Volumes proportionnels d'acide.	
Poids de sang.	Alcalinité en Na OH.	Poids de sang.	Alcalinité en Na OH.
gr	gr	gr	gr
1,2174	10,2	1,1194	10,07
1,4440	9,12	1,5844	10,07
1,7204	7,78	1,6680	9,93
Écart 24 pour 100		Écart 1,4 pour 100	

» Il résulte de nos expériences que l'alcalinité du sang ne peut être déterminée avec exactitude par aucune des méthodes proposées. Grâce à l'emploi dans les dosages de quantités d'acides proportionnelles aux poids de sang et au titrage d'iode, nous avons pu obtenir cependant des chiffres constants et précis qui représentent à la fois l'alcalinité et une fraction de la basicité totale du sang. Il ne faut pas considérer ces chiffres dans leur valeur absolue; mais leur comparaison pourra fournir d'utiles indications lorsqu'ils auront été obtenus dans les conditions que nous venons de signaler, conditions qui nous paraissent importantes. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Les chaînes libéroligneuses des Filicinees. Union et séparation des pièces libéroligneuses élémentaires. Conséquences.* Note de MM. **C.-Eg. Bertrand** et **F. Cornaille.**

« 1. Divergeants et faisceaux bipolaires s'ajoutent latéralement en donnant des *chaînes libéroligneuses*.

» 2. On distingue les chaînes d'après le nombre de leurs groupes trachéens. Une *chaîne ternaire* a trois divergeants.

» 3. Une chaîne est *continue* quand elle n'offre aucune solution de continuité, *dans son bois,* entre ses extrémités. Elle est *discontinue* dans le cas contraire, *le liber ne fût-il pas entaillé par l'incision qui coupe le bois.* La chaîne est *dialydivergeante* quand tous ses divergeants sont indépendants dans leur portion ligneuse.

» 4. Une chaîne est *ouverte* quand ses extrémités sont séparées l'une de l'autre. Elle est *fermée* quand ses extrémités sont amenées en contact. *Peu importe qu'il y ait ou non des incisions le long de la chaîne. — Exemple de chaîne fermée dialydivergeante :* l'arc externe de la trace foliaire au milieu du pétiole d'*Helminthostachys zeylanica*.

» 5. *Loi de formation des chaînes libéroligneuses,* ou *Loi de réunion des pièces libéroligneuses élémentaires. — a. Énoncé en faisceaux.* Les faisceaux bipolaires des Mégaphyllides s'ajoutent latéralement, pôle ligneux à pôle ligneux, sur une arête de rebroussement. Leurs lames libériennes se placent en continuité. — *b. Énoncé en divergeants.* Les divergeants s'ajoutent aile à aile.

» 6. Dès lors : *a*. Chaque groupe trachéen T apparaît comme un pôle double où deux lames ligneuses s'accolent comme en un point de rebroussement. — *Exemple*. Le troisième groupe trachéen de la moitié

postérieure droite d'une trace foliaire T'''_d reçoit à sa gauche l'extrémité initiale droite ou le pôle droit Δ''_{dd} du faisceau F^2_d, et à sa droite le pôle gauche Δ'''_{dg} du faisceau F^3_d. Ce qu'on peut écrire : $-T'''_d- = -\Delta''_{dd}\,\Delta'''_{dg}-$. — *b*. La petite chaîne binaire réalisée par deux divergeants qui s'unissent par une aile équivaut à un faisceau bipolaire compris entre deux demi-faisceaux bipolaires. — *Exemple :* La petite chaîne binaire ouverte $-\Upsilon^2_d--\Upsilon^3_d-$, prise dans la moitié postérieure droite d'une trace foliaire, équivaut à un faisceau bipolaire F^3_d compris entre deux demi-faisceaux bipolaires : $\frac{1}{2}dF^1_d$ à gauche, $\frac{1}{2}gF^3_d$ à droite, ce que l'on écrira :

$$-\Upsilon^2_d--\Upsilon^3_d-=\tfrac{1}{2}dF^1_d\,F^2_d\,\tfrac{1}{2}gF^3_d.$$

» 7. *Loi de scission des chaînes libéroligneuses*, ou *Loi de séparation des pièces libéroligneuses élémentaires*. — *a*. *Énoncé en faisceaux*. Dans une chaîne de faisceaux bipolaires de Mégaphyllides, les incisions se produisent entre les pôles dans la région des centres de figure γ des faisceaux entaillés. — *b*. *Énoncé en divergeants*. Dans une chaîne de divergeants les incisions se font entre les ailes.

» 8. Dès lors : *a*. S'il se produit une incision dans deux faisceaux consécutifs d'une chaîne, il en résulte un divergeant isolé sur le trajet de la chaîne. — *Exemple*. Les faisceaux F^2_d F^3_d d'une trace foliaire subissent chacun une incision. Celles-ci se produisent dans la région des centres de figure γ^2_d, γ^3_d et elles isolent dans la chaîne le divergeant Υ^3_d, qui prend à ce niveau une existence autonome. — *b*. Toute incision d'une chaîne, avec ou sans pénétration de tissu fondamental entre ses fragments, correspond à une sorte d'étalement du centre de figure du faisceau divisé. — *Exemple*. Par le fait de la division du faisceau F^2_d, le centre de figure γ^2_d doit être placé à la fois : à l'extrême droite de la lame ligneuse du demi-faisceau $\frac{1}{2}g\,F^2_d$ et à l'extrême gauche de la lame ligneuse du demi-faisceau $\frac{1}{2}d\,F^2_d$. Par suite, γ^2_d est aussi dans le tissu fondamental entre ces deux demi-faisceaux. Cette notion est indispensable pour la compréhension de la structure du stipe des Mégaphyllides. — *c*. Les incisions résolvent une chaîne en divergeants isolés ou en chaînes plus petites.

» 9. *Conséquences*. — *a*. Une chaîne ouverte, ou une fraction de chaîne ouverte, se termine par deux ailes de divergeant ou par deux demi-faisceaux bipolaires. Il n'y a donc jamais de groupes trachéens aux bords libres d'une chaîne ouverte. *Cette apparence ne peut être réalisée que s'il y a en ce point une aile libre réduite*. — *b*. Les centres de figure γ des faisceaux élémentaires d'une chaîne dialydivergeante sont dans le tissu fondamental,

entre les ailes des divergeants successifs que les incisions ont isolés, ou, ce qui est équivalent, aux extrémités des lames ligneuses coupées par les incisions.

» 10. L'absence nécessaire de groupes trachéens aux extrémités d'une chaîne libéroligneuse ouverte, ou de ses fragments, appelle l'attention sur un fait qui semble en contradiction avec ce résultat. Sporadiquement, les masses libéroligneuses du stipe et de la fronde montrent leurs trachées placées aux deux extrémités d'une lame ligneuse entourée de liber. L'ensemble a le facies d'un faisceau bipolaire si bien caractérisé que ces cordons sont cités et figurés comme pièces réalisant ce genre de faisceaux chez les Filicinées. En fait, *ces masses sont des chaînes binaires à ailes libres très réduites*. Elles comprennent toujours un faisceau bipolaire entre deux demi-faisceaux bipolaires dont les lames ligneuses sont très petites et s'annulent. Nous avons remarqué que certains divergeants ont régulièrement deux ailes très inégales, la lame ligneuse de la plus petite allant en s'épuisant. Il suffit, pour cela, que ce divergeant soit formé par deux moitiés de faisceaux très inégaux, le premier large, le second tendant à s'éteindre. Les trachées y deviennent terminales par rapport à la lame ligneuse persistante. On voit toutes les étapes de la réalisation de cet état sur les groupes trachéens postérieurs T'_g, T'_d d'une trace foliaire d'*Asplenium bulbiferum*. Que deux pareils divergeants soient unis par leur aile large et l'on réalise une *chaîne binaire à ailes libres réduites* ou une *chaîne binaire à facies bipolaire*. Dans une suite de chaînes binaires semblables, les centres de figure γ sont alternativement dans un faisceau et dans une incision. — Nous prendrons comme symbole de ces chaînes à ailes libres réduites le signe $..\frac{\mathrm{Ch}}{}..$ et la notation $|\Upsilon - \;\; - \Upsilon|$. Ces chaînes binaires à lame ligneuse bordée par deux files trachéennes se produisent lorsque des cordons parallèles échangent entre eux de petits filets transverses.

» Les quatre chaînes binaires qui sont au milieu de la chaîne médiane postérieure d'une trace foliaire de *Polypodium aureum* s'écriront :

» [1]. En divergeants Υ, centres de figure γ, et chaînes binaires $..\frac{\mathrm{Ch}}{}..$:

S ↓

$$\gamma_g^4 \,|\, \overset{..\frac{\mathrm{Ch}_g^3}{}..}{\Upsilon_g^4 - \gamma_g^3 - \Upsilon_g^3} \,|\, \gamma_g^2 \,|\, \overset{..\frac{\mathrm{Ch}_g^1}{}..}{\Upsilon_g^2 - \gamma_g^1 - \Upsilon_g^1} \,|\, \gamma^M \,|\, \overset{..\frac{\mathrm{Ch}_d^1}{}..}{\Upsilon_d^1 - \gamma_d^1 - \Upsilon_d^2} \,|\, \gamma_d^2 \,|\, \overset{..\frac{\mathrm{Ch}_d^3}{}..}{\Upsilon_d^3 - \gamma_d^3 - \Upsilon_d^4} \,|\, \gamma_d^4.$$

C ↓

» [2]. En faisceaux bipolaires F

$$\begin{array}{c} \text{S}\,\vert \\ \left|\tfrac{1}{2}d\mathrm{F}_g^4\mathrm{F}_g^3\tfrac{1}{2}g\mathrm{F}_g^2\right|\left|\tfrac{1}{2}d\mathrm{F}_g^2\mathrm{F}_g^1\tfrac{1}{2}g\mathrm{F}^{\mathrm{M}}\right| \vdots \left|\tfrac{1}{2}d\mathrm{F}^{\mathrm{M}}\mathrm{F}_d^1\tfrac{1}{2}g\mathrm{F}_d^2\right|\left|\tfrac{1}{2}d\mathrm{F}_d^2\mathrm{F}_d^3\tfrac{1}{2}g\mathrm{F}_d^4\right|. \\ \text{C}\downarrow \end{array}$$

BIOLOGIE. — *Deux états de la substance vivante*. Note de M. **Félix Le Dantec**, présentée par M. Alfred Giard.

» Il n'y a pas de question plus mystérieuse en Biologie que celle de la réduction du nombre des chromosomes dans les éléments sexuels. Sous l'influence des idées de Weismann, on a proposé à ce sujet des interprétations téléologiques inadmissibles; l'excellent Traité de Wilson en est rempli. Dans une récente conférence au Congrès de Berlin ([1]), M. Delage s'est élevé contre ces interprétations téléologiques, mais il est tombé lui-même dans cette faute en déclarant que « la fécondation a un *double but* », dont le second est de « donner à cet être nouveau deux parents, c'est-à-dire » d'introduire dans son évolution l'*amphimixie*, avec les avantages d'une » double lignée ancestrale ». Il faut chercher une interprétation de la réduction du nombre des chromosomes sans y faire intervenir la notion finaliste d'un phénomène *destiné* à permettre une amphimixie avantageuse.

» A propos des deux types de parthénogenèse décrits par Brauer chez *Artemia*, Wilson ([2]) se pose avec raison la question suivante : « If the » number of chromosomes be merely the expression of a formative tendency, like the power of crystallization, inherent in each specific kind » of chromatin, why should the chromatin of the same animal differ in the » two cases though *derived from the same source* in both? » La question est encore bien plus intéressante quand on se la pose au sujet des espèces végétales, comme les Fougères, chez lesquelles la forme individuelle à n chromosomes, le prothalle, diffère *essentiellement* de la forme individuelle à $2n$ chromosomes ou Fougère feuillée. Et cependant, le prothalle est le fils

---

([1]) *Revue générale des Sciences*, 15 octobre 1901.
([2]) *The Cell in development and inheritance*, p. 207.

de la Fougère. Chez les Mousses, c'est au contraire la plante feuillée qui présente le nombre réduit de chromosomes, mais ce cas se ramène à celui de la Fougère, si l'on constate que la Mousse feuillée dérive, comme le prothalle de Fougère, d'une reproduction agame. Ces simples considérations prouvent qu'il y a, chez les espèces sexuées dont il vient d'être question, *deux états de la substance vivante*. L'un de ces états existe dans la génération issue de l'œuf fécondé et est caractérisé par l'apparition de $2n$ chromosomes à chaque karyokinèse; l'autre existe dans la génération issue de la spore et est caractérisé par n chromosomes seulement. Et ceci reste vrai, même quand la génération à n chromosomes est parasite de l'individu issu de l'œuf, ainsi que cela a lieu chez les végétaux supérieurs et les animaux. La génération à n chromosomes peut être extrêmement réduite, mais c'est toujours elle qui produit les éléments sexuels mûrs, les éléments *réellement sexuels*.

» La généralité, de plus en plus reconnue chaque jour, des phénomènes de fécondation prouve que le processus sexuel est *fondamental* dans la vie. J'ai déjà été conduit naguère à voir dans la karyokinèse le résultat d'une fécondation intracellulaire partielle résultant d'une maturation périodique du cytoplasma ([1]). Aujourd'hui, une série de considérations que j'exposerai longuement ailleurs m'a amené à concevoir de la manière suivante cette alternance des deux états de la substance cellulaire :

» Lors de la fécondation d'un élément femelle mûr par un élément mâle mûr, il n'y a pas *fusion* immédiate des particules correspondantes de sexe différent; au contraire (et cela a été mis en évidence pour les chromosomes, mais il faudra généraliser la chose à toutes les autres parties constitutives de la cellule), chaque partie femelle reste pour ainsi dire antagoniste de la partie mâle correspondante, et l'ensemble de la vie élémentaire résulte des activités synergiques de toutes ces particules opposées deux à deux. Les particules des deux sexes restent séparées (j'oserais presque dire *ionisées*, si ce mot ne contenait une allusion à des phénomènes électriques). Alors, lorsque se produisent les conditions de la karyokinèse, il apparaît $2n$ chromosomes dans chaque cellule; c'est le premier état, l'état *disjoint*, qui correspond à la forme Fougère.

» Puis, si j'ose m'exprimer ainsi, la fécondation se complète, c'est-à-dire que chaque demi-particule mâle s'accole à la demi-particule femelle correspondante et se fusionne avec elle; alors, quand se produisent les

([1]) *Revue générale des Sciences*, 1900.

conditions de la karyokinèse, il n'apparaît plus que *n* chromosomes dans chaque cellule. Ge phénomène de *fusionnement* se produit dans quelques cellules seulement; quelquefois la vie latente y succède et fait de ces cellules des spores, comme chez les Fougères. Quelquefois ces cellules *à état fusionné* restent au milieu des autres cellules somatiques à état disjoint et sont les cellules ancêtres des éléments sexuels. Chez la *Salamandre*, le *Cyclope*, etc., ces cellules à état fusionné se produisent de très bonne heure; chez l'*Ascaris*, l'état fusionné se manifeste seulement chez le cyte de premier ordre. Jusqu'à la période de *maturation sexuelle* (qui, chez l'*Ascaris*, commence aussitôt qu'a apparu l'état fusionné), les éléments à *n* chromosomes se divisent par des karyokinèses normales *séparées par des phases de repos*. La maturation sexuelle est caractérisée, au contraire, par deux divisions successives sans phase de repos intermédiaire; *elle ne se produit jamais que dans des cellules à état fusionné* et résulte de phénomènes chimiques, comme je l'ai exposé ailleurs ([1]).

» L'existence de ces deux états d'équilibre explique le dimorphisme des Fougères (plante feuillée, prothalle), mais il y a aussi des cas où leur influence sur la morphogénie est insignifiante (*Artemia* de Brauer, peut-être *Ascaris monovalens*). J'espère montrer bientôt que cette conception, qui résulte de considérations fort simples, explique admirablement l'apogamie, la parthénogenèse, et aussi les résultats des expériences de Lœb et la stérilité des hybrides vrais. »

ZOOLOGIE. — *Remarques à propos de l'origine et du mode de formation des perles fines*. Note de M. **L.-G. Seurat**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans une Note récente ([2]), M. Raphaël Dubois a fait connaître le mécanisme de la formation des perles fines dans le *Mytilus edulis*, et émis l'opinion que les faits qu'il a observés « ne laissent aucun doute sur l'origine des perles vraies, que l'on rencontre parfois en si grande abondance dans les Moules comestibles qu'elles en deviennent impropres à la consommation ». Il nous paraît utile de signaler quelques travaux importants,

---

([1]) *Les éléments figurés de la cellule et la maturation des produits sexuels* (*Revue scientifique*, 1900).

([2]) *Comptes rendus*, p. 603-605, 14 octobre 1901.

relatifs au même sujet, qui semblent avoir échappé à l'attention de ce savant.

» I. Le mécanisme de la formation des perles fines chez la Moule comestible a été étudié par Garner, qui a fait connaître les principaux résultats de ses recherches dès 1863, dans les *Comptes rendus de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences,* et les a complétés dans un Mémoire (¹) lu en 1871, dans lequel il relate des observations absolument identiques à celles qui ont été rééditées trente ans plus tard par M. Dubois.

» Garner s'est préoccupé de rechercher l'origine et le mode de formation des perles des Mulettes perlières des rivières des régions montagneuses de la Grande-Bretagne et plus spécialement des perles des Moules comestibles; d'après lui, il n'est pas difficile de se convaincre que celles-ci sont dues à la présence, dans le manteau sécrétant la coquille de l'animal, de petits Distomes à peine perceptibles à l'œil nu, que les Mollusques, pour se protéger de leurs attaques, enrobent dans une sécrétion calcaire. La continuation du processus de la sécrétion du calcaire autour de ces Trématodes ainsi enkystés détermine la formation de la perle. On trouve quelquefois ces Distomes encore vivants et en partie recouverts d'un dépôt calcaire; si l'on traite les jeunes perles par un acide dilué, on peut voir que chacune d'elles possède un nucleus formé par un ou plusieurs Distomes ou débris de Distomes. Telle est, d'après Garner, l'origine ordinaire des perles libres que l'on rencontre dans le manteau des Mollusques; les excroissances perlières attachées à la face interne de la coquille peuvent être le résultat d'une irritation produite par d'autres parasites, en particulier par l'*Atax ypsilophorus* chez l'Anodonte.

(¹) Robert Garner s'exprime ainsi : « Confining ourselves to British pearls, some of which (from the *Alasmodon* of our moutain-rivers) nearly equal the oriental ones in beauty, but including the very inferior ones from the *Mytilus* or edible mussel of our shores (the origin of wich has been more especially studied), it is not difficult to convince ourselves that they are due to the existence, in the shell-secreting mantle of the animal, of minute parasitical entozoa, fully developed distomes, against which the natural protection which the mollusks have is a calcifying process around the parasites; and as after this they still act as foreign bodies, a continuation of the same process leads to the formation of pearls. It is fair to conclude that oriental pearls are formed in an analogous way; and in many other mollusks similar distomes, which are sometimes calcified, are seen. These distomes are so small as to be only just visible to the naked eye; and they always abound in the mussel which contains pearls. They may be found covered with a shelly layer so thinly as to appear quite unchanged in appearance, and to be known as incipient pearls only by pressure revealing the shelly envelope; they may sometimes be found still living, but partly covered with calcareous deposit; and, latsly, by the use of dilute acid, the young pearls may be seen to have each one or more distomes, or their remains, as a nucleus. »

(*Journal Linnean Society; Zoology,* Vol. XI, p. 426-428. London, 1873.)

» La théorie de l'origine parasitaire des perles fut mise en avant en 1852 par le naturaliste italien de Filippi, qui attribuait la fréquence des perles, chez les Anodontes du parc royal de Racconigi, à celle, dans le manteau de ces Mollusques, d'un Trématode parasite, le *Distoma duplicatum*.

» En 1856, Küchenmeister émit, au contraire, l'opinion que la formation des perles des Mulettes et des Anodontes était due à la présence d'un Acarien parasite, l'*Atax ypsilophorus*.

» Les vers parasites peuvent, dans certains cas, déterminer également la formation de perles chez l'Huître perlière : Möbius a signalé ce fait pour les perles de la côte occidentale de l'Amérique; en 1859, Kelaart et Humbert ont admis que les Cercaires, les Filaires et trois autres Helminthes trouvés par eux dans les viscères de l'Huître perlière de Ceylan jouent un grand rôle dans la formation des perles chez ce Mollusque; plus récemment (1894), M. Edgar Thurston a confirmé les vues de Kelaart.

» En 1897, M. A. Giard a signalé, à propos d'un Distome (*Brachycœlium* sp.) parasite des Pélécypodes, la production par le Mollusque, à l'entour du parasite, de dépôts irréguliers de conchyoline et de calcaire, parfois même de petites perles.

» 2. Von Baer ne paraît pas avoir « émis l'opinion que les perles libres » avaient pour noyau un petit *animalcule* ou *ver* » :

» Les recherches de ce savant ont porté sur des Mulettes (sauf toutefois la *Margaritana margaritifera*) et sur des Anodontes; von Baer a trouvé, dans le manteau et la peau de ces Mollusques, de petites masses isolées, coagulées, qu'il a très souvent examinées, car il pensait tout d'abord y trouver les œufs de l'*Aspidogaster conchicola*, Trématode parasite des Mulettes et des Anodontes; mais il n'a pu y découvrir aucune trace d'être organisé. Von Baer est persuadé que les perles fines sont le résultat d'une calcification ultérieure de ces masses ou concrétions isolées; il considère ces concrétions ou coagula comme des productions pathologiques dont l'origine n'a pas encore été observée d'une manière certaine ([1]).

» Les recherches récentes sur l'origine parasitaire des perles chez les Moules, pas plus que celles de de Filippi et des nombreux observateurs qui l'ont suivi, ne peuvent être considérées comme donnant la solution définitive et générale du problème de l'origine et du mode de formation des perles fines. »

([1]) Le processus de formation de la perle indiqué par ce naturaliste est tout à fait en harmonie, d'ailleurs, avec les faits observés tout récemment par M. Diguet chez la Méléagrine perlière de Basse-Californie.

ÉCONOMIE RURALE. — *Le Nématode de la betterave* (Heterodera Schachtii). Note de M. **Willot**, présentée par M. Wolf. (Extrait.)

« On trouve ordinairement vides, en juillet et août, toutes les femelles brunes du Nématode de la betterave; j'ai été fort étonné de les trouver, cette année, pleines d'œufs, d'embryons et de larves, même en septembre, et j'ai vu les larves s'agiter aussitôt la femelle ouverte, ce qui n'a généralement lieu que par une température chaude et dix minutes ou un quart d'heure après l'ouverture de la femelle.

» Ce fait confirme, si je ne me trompe, ce que j'ai établi en 1890, à savoir que c'est sous l'influence de la chaleur et de l'*humidité* que la femelle brune, qui est morte, se gonfle, que le canal vulvaire s'ouvre mécaniquement et permet aux larves de sortir. La sécheresse prolongée de cette année, loin de favoriser la dilatation des femelles et l'ouverture du canal, a produit un effet tout contraire. Ce qui me paraît surtout digne de remarque, c'est que l'incubation était suspendue, comme en hiver; on voyait, en effet, les œufs à tous les états de segmentation et tous les produits *vivants*.... »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mode de production de rayons lumineux divergents à 180° du Soleil.* Note de M. **G. Sagnac**, présentée par M. Lippmann.

« Par un ciel couvert, avec une éclaircie du côté du Soleil et des brumes du côté opposé, il peut arriver que le Soleil envoie par les intervalles des nuages un certain nombre de faisceaux distincts de rayons lumineux. Surtout si le Soleil est bas sur l'horizon, ces faisceaux peuvent aller se diffuser dans les brumes atmosphériques situées du côté opposé au Soleil et y apparaître d'autant plus nettement que le fond du ciel est plus sombre, que la diffusion de la lumière par les brumes est plus intense. Pour l'observateur qui regarde ces brumes, la *perspective* remplace les divers faisceaux solaires, parallèles entre eux, par autant de faisceaux ou de rayons concourant vers un *point de fuite* diamétralement opposé au Soleil et, par conséquent, situé ordinairement plus ou moins bas sous l'horizon. L'apparence est celle de faisceaux ou rayons lumineux divergents qu'enverrait un astre fictif situé à l'opposé du Soleil, en particulier au-dessous

et assez près de l'horizon si le Soleil s'est levé depuis peu ou va se coucher bientôt. Les faisceaux situés de part et d'autre du plan vertical qui contient le Soleil et le lieu d'observation donnent en perspective autant de rayons divergents inclinés sur l'horizon de part et d'autre de la verticale et plus ou moins suivant les positions des faisceaux correspondants par rapport au plan de l'horizon d'observation et au plan vertical considéré. Un faisceau suffisamment rapproché de ce plan vertical fournit en perspective un rayon vertical.

» A ce mode de production de rayons lumineux divergents à 180° du Soleil paraît se rapporter l'observation que M. Jean Mascart a faite le 9 septembre dernier à 6^h du soir (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 480; 16 septembre 1901).

» Le phénomène des rayons divergents visibles à 180° d'une source lumineuse se produit d'ailleurs suivant un mécanisme analogue dans le cas des *phares tournants*, où l'observateur croit voir à l'opposé du phare réel un autre phare qui tournerait en sens inverse du premier, comme je l'ai indiqué dans l'*Éclairage électrique* du 21 novembre 1896, t. IX, p. 373. »

M. Grolleau adresse une Note relative à « l'unité de la matière ».

(Renvoi à l'examen de MM. Cornu et Mascart.)

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 octobre 1901.

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes pour le méridien de Paris, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1904, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guyou.)

Résumé des observations météorologiques faites à l'observatoire de la Beaumette (près d'Angers) de 1890 *à* 1901, par M. Cheux. Angers, Germain et G. Grassin, 1901; 1 fasc. in-8°.

Tychonis Brahe Dani die XXIV octobris a. D. MDCI defuncti operum primitias *De nova Stella* summi civis memor denuo edidit Regia Societas Scientiarum Danica; insunt effigies et manus specimen Tychonis. Copenhague, 1901; 1 vol. petit in-4°. (Hommage de l'Académie Royale des Sciences de Danemark.)

Sugl' integrali delle equazioni del moto d'un punto materiale; Nota del Dott. VINCENZO AMATO. Catane, typ. Galatola, 1901; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Sull' integrazione d'un' equazione; Nota di VINCENZO AMATO. Naples, 1901; 1 fasc. in-4°.

Sulla pedale della spirale logaritmica; Nota di VINCENZO AMATO. Naples, 1900; 1 fasc. in-4°.

Almanaque nautico para el ano 1903 *calculado de orden de la superioridad en el Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando.* San Fernando, 1901; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 21 octobre 1901.)

Note de MM. *Léo Vignon* et *F. Gerin,* Dérivés nitrés de l'arabite et de la rhamnite; constitution de certains éthers nitriques :

Page 641, ligne 23, *au lieu de*

$$\begin{array}{cccc} CH^2 - & CH - & CH - & CH^2 \\ | & | & | & | \\ AzO^3 & AzO^3 & AzO^3 & AzO^3 \end{array}$$

lisez

$$\begin{array}{ccccc} CH^2 - & CH - & CH - & CH - & CH^2 \\ | & | & | & | & | \\ AzO^3 & AzO^3 & AzO^3 & AzO^3 & AzO^3 \end{array}$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 NOVEMBRE 1901,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'*Analysis situs.
Note de M. **H. Poincaré.**

« Dans mon Mémoire sur l'*Analysis situs*, qui a été inséré dans le Cahier I (2e série) du *Journal de l'École Polytechnique*, j'ai démontré qu'à chaque variété fermée d'un nombre quelconque de dimensions correspond un groupe fondamental qui joue un rôle important dans l'étude des propriétés de cette variété envisagée au point de vue de l'*Analysis situs*.

» Parmi les variétés fermées à quatre dimensions, les plus intéressantes au point de vue des applications analytiques sont celles qui sont formées par les points réels et imaginaires d'une surface algébrique. Parmi ces

surfaces je me bornerai à celles qui ont pour équation

$$(1) \qquad z^2 = F(x, y).$$

» J'ai été conduit à envisager spécialement ces surfaces, parce que je voulais étudier les variations de diverses intégrales doubles en vue d'applications au développement de la fonction perturbatrice.

» Je me suis donc proposé de déterminer le groupe fondamental de ces surfaces.

» Je supposerai que la courbe algébrique

$$(2) \qquad F(x, y) = 0$$

ne présente que des points ordinaires ou des points doubles ordinaires, mais ne possède ni point de rebroussement, ni tangente d'inflexion parallèle à l'un des axes, ni tangente en l'un des points doubles parallèle à l'un des axes, ni points triples ou multiples d'ordre supérieur, ni singularités d'ordre plus élevé.

» Si l'on suppose d'abord que y, au lieu de pouvoir prendre toutes les valeurs complexes, est assujetti à rester sur une courbe fermée donnée, nous obtiendrons une variété qui aura trois et non plus quatre dimensions, et sur laquelle je retiendrai un instant l'attention ; dans certains cas elle est identique, au point de vue de l'*Analysis situs*, à l'une de celles que j'ai définies dans le Mémoire cité du *Journal de l'École Polytechnique*, et que j'appelais le *sixième exemple*. Dans d'autres cas, elle peut être regardée comme une généralisation simple de ce sixième exemple.

» Venons maintenant à la variété à quatre dimensions définie par l'équation (1). Plusieurs cas sont à distinguer : ou bien la courbe (2) ne présente pas de point double, ni, par conséquent, la surface (1) de point conique.

» Alors le groupe cherché se réduit à une substitution unique, la substitution identique. On doit rapprocher ce résultat de celui qu'a obtenu M. Picard et d'après lequel tous les cycles à une dimension tracés sur la surface algébrique la plus générale de son degré peuvent être réduits à un point.

» Si la courbe (2) a un point double, une distinction est encore nécessaire ; on peut faire, en effet, deux conventions opposées au sujet du point conique de la variété (1). On peut le regarder comme un point ordinaire de cette variété, ou bien convenir qu'on n'a pas le droit de franchir ce point singulier.

» Avec la première convention, le groupe fondamental se réduit encore à une seule substitution. Cela sera encore vrai, avec la seconde convention, si le polynome F n'est pas décomposable en plusieurs facteurs.

» Examinons donc le cas où F est décomposable, et observons d'abord que nous devons supposer F de degré pair, afin d'éviter des difficultés pour les points à l'infini ; il est toujours aisé, d'ailleurs, par une transformation simple, de ramener le degré de F à être pair.

» Si F se décompose en deux facteurs de degré pair, le groupe contiendra deux substitutions ; si F se décompose en deux facteurs de degré impair, il n'en contiendra qu'une.

» Si F se décompose en trois facteurs de degré pair, il en contiendra quatre ; si F se décompose en trois facteurs, dont deux de degré pair, il en contiendra deux.

» Plus généralement, si F se décompose en n facteurs, le groupe contiendra 2^{n-1} substitutions si tous les facteurs sont de degré pair, et 2^{n-2} dans le cas contraire,

» Dans tous les cas, le nombre des substitutions du groupe fondamental est fini. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques effets chimiques produits par le rayonnement du radium*. Note de M. **Henri Becquerel.**

« Les résultats importants que notre éminent Confrère M. Berthelot a publiés dans la dernière séance de l'Académie, relatifs à quelques actions chimiques déterminées par le rayonnement du radium, m'ont engagé à publier aujourd'hui quelques observations déjà anciennes, entreprises en vue d'une étude comparative de certains effets chimiques provoqués par la lumière, et des effets produits par les nouveaux rayons.

» Dans ces recherches, si le corps radiant est autophosphorescent et s'il émet de la lumière en même temps que des rayons actifs, on doit le plus souvent séparer l'action de cette partie de l'énergie transformée, et rayonnée sous la forme lumineuse dont les effets sont connus. Tel est le cas des sels de baryum contenant du radium ; on arrête la lumière par du papier noir ou par une lame mince d'aluminium.

» Si l'on veut ensuite mesurer la totalité de l'énergie rayonnée on pourra ajouter l'effet de la lumière émise à celui du rayonnement obscur dont on aura préalablement fait la part.

» L'importance des réactions signalées par M. Berthelot consiste surtout en ce qu'elles sont formées avec absorption de chaleur, et qu'elles peuvent fournir une mesure de l'énergie qu'elles empruntent au rayonnement. Ces réactions viennent prendre place à côté de la production d'ozone observée par M. et Mme Curie (¹).

» On sait que le rayonnement du radium se compose :

» 1° D'une partie déviable par un champ magnétique ou électrique, et identique au rayonnement cathodique;

» 2° D'une partie non déviable dont une fraction est très absorbable, et dont l'autre, extrêmement pénétrante, échappe partiellement aux mesures par la difficulté que l'on éprouve à arrêter et à transformer en énergie absorbable l'énergie qu'elle transporte au travers des corps.

» La partie déviable comprend une infinité de rayons inégalement déviables et inégalement absorbables dont il conviendrait d'étudier séparément les actions. Cette analyse spectrale d'un nouveau genre est aussi nécessaire pour l'étude du rayonnement nouveau, que l'est l'analyse des régions spectrales d'activité pour l'étude des effets chimiques produits par la lumière.

» L'application de la théorie balistique conduit à attribuer à chaque rayon déviable une énergie disponible mesurée par sa demi-force vive, et j'ai eu occasion (²) de mesurer cette force vive pour un faisceau déviable bien déterminé. L'énergie moyenne par centimètre carré, pour un tel faisceau, avait été trouvée égale à 5,1 unités C.G.S. par seconde, ce qui correspondrait à une quantité de chaleur égale à 10^{-5} calories environ en vingt-quatre heures. Mais ces nombres ne sont qu'une indication sur l'ordre de grandeur du phénomène, et il conviendrait dans chaque cas de considérer la somme des forces vives des divers faisceaux absorbés.

» En dehors des réactions endothermiques mentionnées plus haut, la plupart des actions chimiques, produites par le rayonnement du radium ou par la lumière, dégagent de la chaleur, de sorte que le rayonnement peut jouer seulement le rôle d'excitateur, et que le travail chimique peut dépendre principalement des corps en présence et de leurs proportions relatives.

» Avant de citer diverses actions qui ne paraissent pas avoir encore été signalées, on peut rappeler les actions photographiques, soit du rayonne-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 823.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 815; 26 mars 1900.

ment de l'uranium, soit de celui du radium, sur les sels d'argent. Le gélatinobromure d'argent a été la première substance sensible qui m'ait révélé l'existence du rayonnement de l'uranium, origine de tous les travaux ultérieurs. Le gélatinobromure d'argent est extrêmement sensible aux rayons obscurs de l'uranium ou du radium, tandis que certains papiers photographiques ou des plaques daguerriennes sont presque insensibles aux mêmes rayons, alors que ces papiers ou ces plaques sont très altérables à la lumière.

» On doit rappeler encore les phénomènes de coloration très énergiques observés par M. et Mme Curie sur les verres, la porcelaine, le papier; l'altération du platinocyanure de baryum et les colorations intenses du sel gemme et de la sylvine, observées par M. Giesel; puis encore l'action destructrice que les rayons du radium exercent sur la peau.

» M. et Mme Curie avaient observé que les verres se colorent tantôt en violet, tantôt en brun. Le verre ainsi coloré est devenu capable d'être phosphorescent par la chaleur, phénomène analogue à celui que j'ai signalé pour la fluorine. En le chauffant, la coloration disparaît, mais le verre peut reprendre sa coloration par une exposition ultérieure au rayonnement du radium. En répétant cette expérience en vue d'une conférence faite au mois d'avril 1901, j'ai obtenu sur un petit tube coloré, puis décoloré par échauffement, une coloration violette, en même temps qu'une coloration brune sur une partie non échauffée du même tube. Depuis six mois, cette coloration tend à devenir violette, bien que le tube ait été maintenu à peu près à l'abri de l'action de la lumière. M. et Mme Curie avaient du reste observé que les verres colorés par le radium peuvent changer de teinte à la lumière; ces effets sont conformes à ceux qui ont été observés par Faraday (1) et par Pelouze (2), sur la coloration des verres à la lumière.

» Parmi les phénomènes exothermiques, je signalerai aujourd'hui la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge sous l'influence du rayonnement du radium. L'expérience se fait très simplement en fondant un peu de phosphore au fond d'un tube plein d'eau, et en plongeant dans le tube, de façon à affleurer le phosphore, un petit tube de verre scellé contenant la matière active. Celle-ci était, du reste, contenue dans

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. XXV, p. 99; 1824.
(2) *Ibid.*, 4e série, t. X, p. 194; 1867.

un autre petit tube de verre scellé et enveloppé d'une feuille d'aluminium. En évitant l'action de la lumière, on voit, au bout de vingt-quatre heures, une proportion très appréciable de phosphore rouge dans le voisinage du tube radiant. En supprimant l'écran d'aluminium on ajoute à l'action du rayonnement obscur celui de la lumière émise par phosphorescence, mais l'effet n'est pas notablement différent. Le 22 juillet dernier, j'avais apporté à l'Académie un tube manifestant ce phénomène; je rapporte aujourd'hui le même tube qui, maintenu à l'obscurité, n'a pas changé d'aspect; la transformation ne s'est pas continuée en dehors du rayonnement. On sait, d'autre part, d'après MM. Troost et Hautefeuille, combien est complexe cette transformation.

» Une autre réaction très nette est la réduction du bichlorure de mercure en présence de l'acide oxalique. Le rayonnement du radium provoque, comme la lumière, la formation d'un précipité de calomel. L'expérience se fait en plongeant, à l'abri de la lumière, le petit tube radiant décrit plus haut, dans une dissolution contenant environ $6^{gr},5$ de bichlorure de mercure et $12^{gr},5$ d'acide oxalique pour 100^{gr} d'eau. La quantité de matière précipitée semble assez variable avec les conditions de l'expérience. Dans une expérience faite le 5 juillet dernier, on a obtenu 2^{mgr} de précipité en vingt-quatre heures. La surface rayonnante était de 24^{mm^2}.

» Comme complément à l'action destructive du rayonnement du radium sur les tissus organiques, je signalerai encore une série d'expériences entreprises à mon laboratoire, par M. Louis Matout, sur la germination de graines exposées au rayonnement du radium avant d'être plantées. Les expériences ont porté sur des graines de cresson alénois et de moutarde blanche. Des graines, en nombre égal, étaient disposées en une seule couche au fond de deux petits cylindres en papier fermés par une mince feuille de papier; l'un des cylindres était exposé au rayonnement du radium, l'autre servait de témoin.

» Une exposition de vingt-quatre heures n'a pas sensiblement modifié les graines; mais, en prolongeant l'exposition jusqu'à une semaine ou même davantage, on a obtenu ce résultat qu'aucune des graines ainsi exposées au rayonnement du radium et plantées ultérieurement n'a germé, tandis que les graines non exposées et plantées en même temps que les autres ont germé en moyenne dans la proportion de huit sur dix.

» Ce résultat bien net montre que l'action prolongée du rayonnement a détruit dans la graine la faculté de germer. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Électrolyse du chlorure d'ammonium en solution dans l'ammoniac liquéfié.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Dans un des derniers numéros des *Berichte*, M. Otto Ruff (¹) vient de publier des expériences intéressantes sur l'électrolyse de l'iodure d'ammonium et sur la non-existence de l'ammonium en présence d'une solution d'ammoniac liquéfié à la température de —95°.

» A la suite de nos recherches sur le lithium-ammonium (²) et le calcium-ammonium (³), nous avions fait quelques essais sur l'électrolyse des sels ammoniacaux des hydracides en solution dans l'ammoniac à —80°, mais nous n'avons encore rien publié sur ce sujet.

» Nous décrirons aujourd'hui ces expériences. En étudiant la solubilité des composés halogénés de l'ammonium dans l'ammoniac liquéfié à — 50°, on remarque que l'iodure d'ammonium est très soluble, que le bromure l'est encore suffisamment, que le chlorure l'est peu et enfin que le fluorure est à peu près insoluble.

» L'électrolyse du chlorure d'ammonium se fait avec facilité dans un appareil de verre et au moyen d'électrodes en platine. Nous avons employé un tube en U de forme spéciale que nous décrirons dans le Mémoire que nous donnerons sur ce sujet aux *Annales de Chimie*. Le gaz ammoniac est complètement privé d'eau par son passage sur de la potasse fondue, puis sur de la tournure de sodium. Nous avons vérifié tout d'abord les importants résultats de C. Frenzel (⁴), à savoir que la conductibilité de l'ammoniac liquéfié diminuait avec sa pureté. En faisant passer un courant de 115 volts et 30 ampères dans de l'ammoniac préparé avec soin, il ne se dégageait aucun gaz sur les deux électrodes et il ne passait qu'un centième d'ampère au travers du liquide. Aussitôt que l'on faisait dissoudre le chlorhydrate d'ammoniaque dans l'ammoniac, le courant passait avec facilité et l'on voyait des bulles gazeuses se dégager en abondance à chaque pôle sur les lames de platine. Au pôle positif il se produit du chlore qui colore toute

(¹) Otto Ruff, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XXXIV, p. 2604; 1901.

(²) Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 685; 1898.

(³) Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 26; 1899.

(⁴) C. Frenzel, *Zeitschrift für Electrochemie*, n° 38, p. 477; 1900.

la masse en jaune. Il est assez curieux de remarquer qu'à cette basse température entre $-60°$ et $-80°$ il ne se dégage pas d'azote. On sait qu'à la température ordinaire le chlore en présence d'un excès d'ammoniaque fournit de l'azote et du chlorure d'ammonium,

$$4\,AzH^3 + 3\,Cl = Az + 3(AzH^4Cl).$$

Il ne se produit pas non plus de chlorure d'azote dans les conditions de notre expérience.

» Dès que le courant traverse la solution, on recueille au pôle négatif, et d'une façon continue, du gaz hydrogène. La combustion eudiométrique indique que cet hydrogène est pur.

» Ainsi, le chlorure d'ammonium en solution dans l'ammoniac liquéfié s'électrolyse avec facilité, mais il ne fournit que de l'hydrogène au pôle négatif et du chlore au pôle positif.

» Les résultats sont identiques avec l'iodure d'ammonium, ainsi que M. Otto Ruff l'a indiqué. Il se dégage de même de l'hydrogène au pôle négatif et de l'iode au pôle positif. Nous avons vérifié que le métalloïde ne réagit pas sur l'excès d'ammoniac à cette basse température et que l'on recueille de l'iode en nature. M. Hugo ([1]) vient de prouver qu'il n'en est pas de même à la température de $-33°,5$ et que, dans ces conditions, l'iode en présence de l'ammoniac liquéfié donne le composé $AzI^3, 3\,AzH^3$.

» Du reste, on peut démontrer avec facilité que cette différence de réaction n'est due qu'à l'abaissement de température. Pour cela, on liquéfie du gaz ammoniac bien sec à $-70°$ sur de l'iode exactement privé d'eau. Le tube est porté ensuite à $-80°$, puis on le scelle.

» Tant que la température ne s'élève pas au-dessus de $-70°$ l'ammoniac reste incolore et les cristaux d'iode ne sont pas attaqués, L'expérience a duré toute une journée. Au contraire, si l'appareil est abandonné à la température du laboratoire, on voit bientôt se former un liquide de couleur foncée, très dense, qui se réunit au fond du tube. La réaction entre l'iode et l'ammoniac liquéfié ne se produit donc pas à $-70°$. »

([1]) Hugo, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXI, p. 23; 1900.

CHIMIE MINÉRALE. — *Décomposition du calcium-ammonium et du lithium-ammonium par le chlorure d'ammonium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« La solubilité des sels ammoniacaux dans l'ammoniac nous a permis d'entreprendre quelques expériences nouvelles sur l'ammonium.

» Nous avons pensé qu'un certain nombre de réactions chimiques pouvaient être faites à basse température, de façon à essayer de mettre l'ammonium en liberté si ce radical peut exister aux environs de $-100°$.

» Pour cela nous avons fait réagir le chlorhydrate d'ammoniac sur le calcium-ammonium. Ce dernier composé a pour formule $Ca(AzH^3)^4$.

» Si la réaction se produit, le calcium s'unira au chlore pour donner du chlorure de calcium, et l'ammonium sera mis en liberté à basse température.

» Voici comment l'expérience était disposée : Un tube en U renfermant un poids déterminé de calcium était traversé par un courant de gaz ammoniac pur et sec. L'une des branches du tube était étranglée à mi-hauteur. Sur la partie étranglée un tampon de coton supportait des cristaux bien secs de chlorhydrate d'ammoniaque.

» En refroidissant à $-40°$ la partie inférieure du tube en U, on condensait du gaz ammoniac qui fournissait immédiatement du calcium-ammonium $Ca(AzH^3)^4$ dont la dissolution s'effectuait dans l'excès d'ammoniac liquide. Ce composé était amené à $-80°$, puis on refroidissait la partie étranglée de l'appareil où se trouvait le chlorhydrate. Aussitôt l'ammoniac liquide ruisselait sur les parois du tube et entraînait le chlorure qui réagissait de suite vers $-80°$, sur le calcium-ammonium. Ce dernier composé ne tardait pas à perdre sa teinte mordorée. A la suite du tube en U se trouvait un tube à dégagement d'une hauteur de 80^{cm}, qui permettait de recueillir sur le mercure les gaz qui pouvaient se produire pendant la réaction. Ces gaz se rendaient dans une éprouvette contenant de l'eau bouillie pour absorber l'excès d'ammoniac. A la fin de l'expérience on balayait l'appareil par un courant rapide d'ammoniac.

» Dans une expérience nous avons employé $0^{gr},155$ de calcium et $0^{gr},421$ de chlorhydrate d'ammonium. Après absorption du gaz ammoniac nous avons recueilli (ramenés à $0°$ et à 760^{mm}) $88^{cc},6$ de gaz hydrogène. Nous nous sommes assuré de la pureté de ce dernier par une combustion eudio-

métrique. De plus nous avons reconnu que le résidu était formé de chlorure de calcium ammoniacal et d'un petit excès de chlorure d'ammonium.

» Théoriquement, $0^{gr},155$ de calcium devaient nous donner, dans le cas d'une réaction et d'un dédoublement de AzH^4 en AzH^3 et H, le volume de 86^{cc} d'hydrogène.

» On voit donc que nous pouvons exprimer cette décomposition par l'égalité suivante

$$2AzH^4Cl + Ca(AzH^3)^4 = CaCl^2 + 4AzH^3 + (2AzH^3 + 2H).$$

» Et la conclusion à tirer de cette expérience est donc qu'à — 80° le groupement AzH^4, mis en liberté, se dédouble en ammoniac et hydrogène; qu'en un mot l'ammonium ne paraît pas exister en présence d'un excès d'ammoniac à la température de — 80°.

» Cette expérience a été répétée une seconde fois avec des poids différents de calcium et de chlorure d'ammonium; elle a fourni les mêmes résultats.

» Nous avons établi antérieurement que le lithium-ammonium, de même que le calcium-ammonium, était stable à la température et à la pression ordinaires. Il se prêtait donc aussi très bien à ces essais de double décomposition.

» L'expérience a été faite dans le même appareil. La décomposition du lithium-ammonium est plus rapide que celle du calcium-ammonium à la température de —80°.

» En partant de $0^{gr},059$ de lithium et de $0^{gr},454$ de chlorure d'ammonium nous avons obtenu (ramené à 0° et à 760^{mm}) 98^{cc} d'hydrogène pur.

» Nous aurions dû en recueillir $94^{cc},3$.

» Dans cette nouvelle expérience, exprimée par l'égalité suivante :

$$AzH^4Cl + AzH^3Li = LiCl + AzH^3 + (AzH^3 + H),$$

nous n'avons pu recueillir que l'hydrogène correspondant à $AzH^3 + H$.

» Cette expérience a été variée de différentes façons. En opérant toujours sur des poids déterminés de lithium et de chlorure d'ammonium, nous avons fait arriver la solution de chlorure dans le lithium-ammonium ou inversement le métal ammonium très dilué dans la solution de chlorure d'ammonium. Dans tous les cas, à des températures comprises entre — 75° et — 80°, la décomposition du groupement AzH^4 s'est produite et nous avons recueilli le volume d'hydrogène libre qui correspondait au poids de lithium mis en réaction.

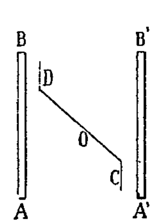
» En résumé, le calcium-ammonium et le lithium-ammonium réagissent sur le chlorure d'ammonium en solution dans l'ammoniac liquéfié à la température de − 80°; mais, dans ces conditions, il y a mise en liberté d'ammoniac et d'hydrogène et le groupement AzH^4, l'ammonium, ne peut être isolé. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode propre à déceler de très petites charges électriques*. Note de M. **R. Blondlot**.

« Lorsque l'on a perfectionné les électromètres et les méthodes électrométriques, on a eu en vue presque exclusivement l'étude de différences de potentiel très faibles existant entre deux sources. Or, il arrive parfois que l'on n'a pas affaire à des sources, mais à des corps possédant des charges déterminées très faibles, qu'il s'agit d'évaluer, ou tout au moins de déceler. Je me propose de décrire ici la méthode dont je me suis servi dans un cas de ce genre.

» Il s'agissait d'étudier la charge, extrêmement faible, d'une plaque P en laiton, ayant la forme d'un rectangle de $1^{cm},3$ et $2^{cm},8$ de côté, supportée par un manche en paraffine collé au milieu de l'une de ses faces. Après avoir essayé sans succès de me servir des électromètres et électroscopes usuels, tant hétérostatiques qu'idiostatiques, je fus conduit à procéder tout autrement.

» Je construisis d'abord un électroscope ou électromètre idiostatique extrêmement sensible. Les parties essentielles de cet instrument sont figurées ci-dessous en projection horizontale. Deux plaques rectangulaires en laiton AB et A'B', hautes de $2^{cm},4$ et larges de 2^{cm}, sont assujetties vertica-



lement en regard l'une de l'autre à une distance de $1^{cm},5$; la plaque AB est isolée, la plaque A' B' est reliée au sol. La pièce *mobile*, que j'appellerai l'*aiguille*, est formée d'une lame d'aluminium rectangulaire que l'on a pliée deux fois, comme l'indique la figure. Elle est suspendue à un fil de torsion

en quartz, par l'intermédiaire d'un fil de verre rigide projeté en O et long de 4^{cm}, dans une position symétrique par rapport à AB et à A'B'; son orientation est telle que, en l'absence de toute charge, les portions planes C et D sont parallèles à AB et A'B'. La portion médiane CD de l'aiguille a été évidée, afin de diminuer à la fois son inertie et la résistance de l'air; l'aiguille est un peu moins haute que AB et A'B', et les distances de C et D aux armatures en regard sont d'environ $0^{cm},2$. Lorsque AB a reçu une charge, positive par exemple, cette charge attire en C de l'électricité négative, et, comme l'aiguille est isolée, il se produit en D une charge positive qui, à son tour, attire sur A'B' de l'électricité négative. Les attractions de AB sur C, et de A'B' sur D concourent pour faire tourner l'aiguille et l'équilibre s'établit après une certaine déviation, grâce à la torsion du fil de quartz. Cette déviation est sensiblement proportionnelle au carré de la charge donnée à AB; un miroir collé au fil de verre permet de la mesurer par la méthode de la réflexion.

» Afin de pouvoir communiquer à AB une quantité donnée d'électricité, par exemple la charge d'un conducteur isolé, AB est relié par un fil métallique à un conducteur creux; le conducteur chargé étant introduit dans la cavité de façon à en toucher le fond, puis retiré, sa charge a passé presque en totalité sur AB, à cause de la capacité relativement grande du condensateur formé par AB et par C.

» Pour accroître la sensibilité, j'emploie une méthode de répétition : on a un plan d'épreuve de mêmes dimensions que la plaque P, et monté sur un manche en paraffine. Ce plan d'épreuve est approché de la plaque jusqu'à une distance de $0^{cm},2$, mis en communication avec le sol, puis isolé; il a ainsi acquis une charge x ayant sensiblement la même valeur numérique que la charge de P, et de signe contraire. La charge x est ensuite communiquée à AB à l'aide du conducteur creux. En répétant n fois cette opération, on accumule sur AB une charge égale à nx.

» L'artifice suivant m'a permis d'augmenter beaucoup plus encore la sensibilité. Au lieu de charger le plan d'épreuve par l'influence de la seule charge de la plaque à étudier, je dispose en regard de celle-ci, à la distance de 10^{cm} environ, un plateau métallique d'environ 2^{dmq} de surface, dont le potentiel est maintenu, à l'aide d'une pile, à une valeur choisie d'avance. Lors donc que l'on fait avec le plan d'épreuve la manœuvre décrite plus haut, ce plan emporte à chaque fois non seulement la charge x, mais encore une charge Q due à l'influence du plateau auxiliaire. Au bout de n opérations, l'électromètre a ainsi reçu une charge égale à $n(Q+x)$ et prend

une déviation correspondant à $n^2(Q+x)^2$. Si maintenant, après avoir déchargé l'électromètre et la plaque P que l'on étudie, on recommence les n opérations, on obtient une déviation correspondant à n^2Q^2. L'excès de la première déviation sur la seconde correspond donc à $2n^2Qx+n^2x^2$. Cette quantité, qui s'annule en même temps que x, peut être rendue beaucoup plus grande que x^2, en donnant à n et à Q des valeurs suffisamment grandes; Q étant ainsi toujours très grand par rapport aux valeurs que x prend dans les expériences, la quantité $2n^2Qx+n^2x^2$ a toujours le même signe que Qx, et, comme le signe de Q est connu d'avance, on en déduit celui de x et, par conséquent, celui de la charge de P. C'est, comme on le voit, une application du principe hétérostatique.

» Des précautions minutieuses sont nécessaires pour que des inégalités de température ne viennent pas produire dans la cage de l'électromètre de faibles courants d'air capables de troubler l'équilibre de l'aiguille. Il faut aussi se garer des électrisations que des frottements fortuits pourraient produire sur les supports isolants : à cet effet, tous ces supports, formés de paraffine, sont eux-mêmes fixés dans des tubes de laiton que l'on tient à la main, sans jamais toucher la paraffine. Il convient aussi d'avoir des plans d'épreuve de rechange, afin d'en changer dès que des traces d'électrisation, dues à des causes accidentelles presque impossibles à éviter, commencent à apparaître sur le manche isolant de celui dont on se sert, ce qu'il est aisé de reconnaître à l'aide de l'appareil lui-même.

» Afin d'étudier la sensibilité de la méthode j'ai donné à la plaque P des charges connues d'avance. Pour cela, on entourait cette plaque d'un anneau de garde, puis on disposait en regard un plateau indéfini, relié à la terre; en chargeant ce condensateur à l'aide d'une pile, on obtenait sur P une charge facile à calculer, connaissant sa surface, sa distance au plateau indéfini et la force électromotrice de la pile. En employant un Leclanché, et la distance étant 2^{cm}, la charge de P fut trouvée correspondre, toutes opérations et réductions faites, à 23^{mm} en moyenne de la règle servant à mesurer les déviations par la méthode de réflexion, avec des écarts de $\pm 3^{mm}$ ou 4^{mm} dus à des perturbations d'origine inconnue. J'ai pu aisément déceler des charges notablement inférieures aux précédentes, et en déterminer les signes. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les sucres du sang et leur glycolyse.* Note de MM. **Lépine** et **Boulud**.

« I. Pour un même pouvoir réducteur, le sang du chien a un pouvoir dextrogyre plus faible que le sang du cheval; le plus souvent il est à peine accusé; parfois il est remplacé par un pouvoir lévogyre. Cela est dû à l'abondance plus ou moins grande de l'acide glycuronique conjugué, dont la présence normale a été démontrée par P. Mayer dans le sang du bœuf et de l'homme, et par nous dans le sang du chien ([1]).

» II. Si dans une éprouvette plongeant dans un bain-marie à 39°C. et renfermant du sang défibriné de chien sain, on fait passer de l'oxygène, bulle à bulle, on constate au bout d'une heure :

» 1° Une diminution notable du pouvoir dextrogyre (ou une augmentation du pouvoir lévogyre);

» 2° Une forte diminution du pouvoir réducteur;

» 3° La disparition complète, ou à peu près complète, du sucre fermentescible.

» III. Si l'on fait la même expérience avec du sang défibriné de chien dépancréaté depuis vingt-quatre à trente heures, on observe au contraire qu'il n'y a pas de diminution sensible du sucre fermentescible. Ainsi, dans les conditions nouvelles où nous faisons l'épreuve de la glycolyse, nous constatons que la différence entre le sang diabétique et le sang normal ne consiste pas seulement dans le fait que le premier conserve mieux son pouvoir réducteur que le second ([2]), mais encore dans le fait décisif que, *in vitro*, après une heure à 39°, le sucre *fermentescible* du sang diabétique n'est pas modifié, tandis qu'il est détruit dans le sang normal.

» IV. Si 100^{gr} de sang défibriné d'un chien sain sont additionnés de quelques gouttes de chloroforme et maintenus une heure à 39° (sans faire passer d'oxygène) on observe :

» 1° Une diminution très marquée du pouvoir dextrogyre ou une forte augmentation du pouvoir lévogyre;

» 2° Une diminution du pouvoir réducteur beaucoup moindre que dans un échantillon témoin (c'est-à-dire sans chloroforme) du même sang;

([1]) Lépine et Boulud, *Comptes rendus*, séance du 15 juillet 1901.

([2]) Ce fait a été établi par l'un de nous, en collaboration avec M. Barral (*Comptes rendus*, 1900).

» 3° La conservation d'une certaine quantité de sucre fermentescible.

» Ces résultats s'expliquent par la formation *in vitro* d'acide glycuronique *conjugué* et par la diminution de la glycolyse du sucre fermentescible.

» Les diverses matières sucrées du sang du chien paraissant capables de se transformer facilement, nous avons eu soin de faire nos épuisements du caillot et nos extraits (au moyen d'alcool méthylique légèrement acidifié) à une température toujours inférieure à 60°C. De cette manière nous nous sommes mis à l'abri de la formation de produits de laboratoire. »

M. **Marey** présente à l'Académie deux Rapports qu'il a faits pour l'Exposition internationale de 1900.

« Le premier de ces Rapports est relatif à la Chronophotographie, dont il avait exposé les divers appareils dans le Musée centennal de la Classe XII. L'ordre dans lequel les pièces étaient exposées permettait au visiteur de suivre les perfectionnements et les développements successifs de cette méthode depuis les origines jusqu'à l'année 1900. De nombreuses figures insérées dans ce Rapport représentent les instruments divers successivement imaginés, avec leurs applications à la Physiologie et à la Mécanique.

» Le second Rapport résume les travaux d'une Commission de Physiologie et d'Hygiène dont le but était d'étudier au moyen d'appareils précis les divers sports athlétiques, la façon dont ils ont été exécutés par des sujets appartenant à des nationalités différentes, la conformation physique qui rend chaque individu particulièrement apte à certain sport, enfin les effets de chaque genre d'exercice sur l'organisme.

» De nombreux appareils de mesure ont été employés par la Commission. Des mensurations et des pesées ont établi la conformation des concurrents; la phonendoscopie a servi à déterminer le volume et la position des viscères avec les changements qu'y apporte l'exercice des divers sports. La chronophotographie a donné des images et des épures qui traduisent tous les actes exécutés et révèlent, dans bien des cas, la cause de la supériorité de certains athlètes. Plusieurs de ceux-ci l'ont emporté sur leurs concurrents, bien moins par la supériorité de leur force musculaire, que par l'adresse et l'ingéniosité dont ils ont fait preuve.

» Une nouvelle méthode, consistant en l'emploi d'une sorte de loch à indications continues, a montré que, dans le sport à l'aviron, les variations

de la vitesse incessamment communiquée au bateau changent beaucoup, non seulement suivant la manière dont le rameur frappe l'eau, mais aussi avec les mouvements plus ou moins précipités du corps du rameur quand l'aviron est hors de l'eau.

» De cette enquête résultent de nombreuses indications utiles sur la manière de pratiquer les divers exercices du corps. »

M. **Duclaux** offre à l'Académie le Tome IV de son *Traité de Microbiologie,* contenant l'étude des diverses fermentations des substances ternaires, autres que la fermentation alcoolique.

RAPPORTS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur les papiers laissés par* Halphen.

(Commissaires : MM. Darboux, Picard, Appell; Poincaré, rapporteur.)

« Nous avons été chargés d'examiner les papiers laissés par notre regretté Confrère Halphen et nous devons d'abord remercier nos collaborateurs, MM. Painlevé, Humbert, Lucien Lévy, Le Roy, Hadamard, Andoyer, Servan, Kœnigs, Blutel, Goursat, Borel, Niewenglowski, qui nous ont aidés à en faire le dépouillement.

» Ainsi qu'on devait s'y attendre, ces papiers étaient presque tous des rédactions de Mémoires qui ont été publiés, ou bien des essais de rédaction de ces mêmes Mémoires qui ne diffèrent de la rédaction définitive que par quelques détails insignifiants, ou encore des Notes éparses jetées sur des feuilles volantes et dont il est impossible de tirer parti.

» Quelques-unes cependant de ces Notes méritent d'être signalées. C'est: 1° un Mémoire intitulé « Théorie des points singuliers réguliers ». Il doit dater de la fin de 1885 ou des premiers mois de 1886. Il n'a pas été publié. M. Jordan, qui en avait eu connaissance, en a donné, dans son *Cours d'Analyse*, t. III, n°s 170 et suivants, les parties principales en y rectifiant même un point défectueux.

» Il y a lieu de supposer qu'Halphen s'est aperçu de cette défectuosité et qu'il n'a pas trouvé le temps de la corriger, et que c'est pour cette raison qu'il n'a pas publié ce Mémoire.

» Les citations de M. Jordan pourraient faire croire que la publication a

eu lieu ; il importait donc de signaler ici le fait afin d'épargner aux savants des recherches inutiles.

» Le Mémoire qui contient des exemples que M. Jordan n'a pas fait connaître pourrait être publié avec avantage (cote LL_1).

» 2° Je signalerai ensuite un Mémoire « Sur la Théorie des surfaces ». Ce Mémoire doit dater de 1875, il est entièrement rédigé et n'a pas été publié, à notre connaissance. Il pourrait donc être imprimé. Il contient des théorèmes intéressants sur la courbure des surfaces, les droites et les circonférences surosculatrices à une surface, les lignes de points paraboliques, les centres de courbure géodésiques. Le théorème final, le plus intéressant, a été cependant publié à deux reprises au moins par Halphen (cote LL_2).

» 3° Une Note sur le jeu dit *du Taquin* (cote LL_{12}).

» 4° Une Note sans titre, figurant sous la cote LL_{11}; elle se rapporte aux propriétés analytiques de certaines fonctions analogues aux fonctions hypergéométriques. Elle n'est pas susceptible d'être imprimée, mais doit être conservée.

» 5° Nous avons ensuite, sous la cote LL_{10}, des feuilles contenant des résultats relatifs aux invariants différentiels. Ces résultats ont été publiés dans un Mémoire auquel l'Académie a décerné le grand prix des Sciences mathématiques, mais sous une forme un peu différente. Il s'agit probablement d'une première rédaction du Mémoire couronné.

» 6° Sous les cotes LL_4, LL_5, LL_6, LL_7 nous trouvons plusieurs tentatives de généralisation de l'équation hypergéométrique de Gauss. La rédaction n'est pas assez avancée pour qu'il y ait avantage à les publier, mais elles méritent d'être conservées.

» 7° Sous la cote P.3 une Note intitulée « Construction d'une suite de » formes linéaires associées », qui se rapporte à la théorie des équations linéaires et a été sans doute un premier essai des travaux d'Halphen sur cette question.

» 8° Sous la cote P.8 divers fragments (sur la décomposition d'une forme différentielle bilinéaire en éléments simples) qui se rapportent à un sujet analogue.

» 9° Sous la cote P.9, une Note « Sur les invariants différentiels par» tiels des surfaces algébriques ».

» 10° Sous la cote P.10, une Note « Sur l'intégrale définie :

$$\int_a^b (t^2 - a^2)^m (t^2 - b^2)^n \frac{dt}{t^{2\mu}} \text{ ».}$$

» 11° Sous la cote LLL, trois fragments :

» Sur les semi-invariants différentiels;

» Calculs en vue de la multiplication de l'argument dans les fonctions elliptiques;

» Calculs relatifs aux invariants différentiels.

» 12° Sous la cote LR un travail intéressant sur les fractions continues, qui mériterait peut-être d'être publié.

» 13° Sous la cote A quatre fragments portant pour titre :

» 1° Recherches sur les fonctions f_m;

» 2° Relations entre les fonctions g_m et les fonctions elliptiques ordinaires;

» 3° Fonctions elliptiques;

» 4° Sur les polygones de Poncelet.

» Ces fragments se rattachent tous à un sujet commun, les polygones de Poncelet; la rédaction est très différente de celle qu'a adoptée Halphen dans son *Traité des fonctions elliptiques*. Ils méritent donc, sinon d'être publiés, au moins d'être conservés.

» 14° Enfin, sous la cote B, divers fragments et calculs inachevés relatifs à certaines questions d'Algèbre.

» En résumé, les Mémoires en état d'être publiés sont trop peu nombreux pour qu'on en puisse faire un volume qui ajoute à la gloire d'Halphen. Mais si quelque recueil périodique pouvait insérer quelques-uns des fragments mentionnés ci-dessus, et en particulier ceux qui portent les cotes LL_1 et LL_2, il rendrait à la Science un grand service.

» Nous avons donc l'honneur de proposer à l'Académie de décider que les Notes que je viens de signaler soient déposées à la bibliothèque et mises à la disposition des chercheurs et que les autres papiers soient rendus à la famille. »

Les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Louis Guano** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à « Un système d'appareils pour éviter les collisions en mer ».

(Commissaires : MM. de Bussy, Guyou.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète a 1901, faites à l'observatoire de Santiago du Chili, et éléments de la même comète.* Note de M. **Obrecht**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1901.	Temps moyen de Santiago.	Comète. — Étoile. ♈.	Comète. — Étoile. ♎.	♈.	Log. fact. parallaxe.	♎.	Log. fact. parallaxe.	Observat.	⋆
	h m s	m s	′ ″	h m s		° ′ ″			
Mai 9...	6.11. 7	−0.44,16	»	4.52.41,53	0,828	»	»	Obrecht.	1
11...	6.27. 7	−5.50,45	−6.32,3	5. 9.43,91	0,834	+2.19.58,5	$0,695_n$	»	2
12...	6.11.22	−0.20,36	+0.39,6	5.17.15,51	0,816	+2.42.40,6	$0,699_n$	»	3
13...	6.19.10	+2.43,11	+4.44,6	5.24.22,90	0,822	+3. 5.12,2	$0,699_n$	»	4
14...	6.20.15	+1.47,20	−2.28,0	5.31. 0,13	0,820	+3.27. 1,0	$0,701_n$	»	5
15...	6. 8.25	+0.54,03	+4.23,8	5.37. 8,08	0,806	+3.47.50,8	$0,705_n$	»	6
18...	6.28.54	−0. 8,24	−4.15,8	5.53.37,64	0,824	+4.46.37,0	$0,706_n$	E. Greve.	7
21...	6.20.56	−0.41,40	+6.42,4	»	0,816	»	$0,712_n$	»	8
22...	6. 7.20	−0.11,52	−4. 3,9	»	0,804	»	$0,716_n$	»	9
23...	6.13.15	−0.48,71	−2. 7,0	»	0,811	»	$0,717_n$	»	10

Positions moyennes, pour 1901,0 *des étoiles de comparaison.*

⋆	Gr.	Asc. droite moyenne 1901,0.	Réduction au jour.	Distance polaire 1901,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1....	5	4.53.25,02	+0,67	+1.33. 4,2	−6,8	5716 Paris.
2....	7	5.15.33,65	+0,71	+2.26.38,3	−7,5	6153 Paris.
3....	7	5.17.35,14	+0,73	+2.42. 8,8	−7,8	6200 Paris.
4....	5.6	5.21.39,04	+0,75	+3. 0.35,8	−8,1	6268 Paris.
5....	9	5.29.12,16	+0,77	+3.29.37,4	−8,4	650 W_1 V^h.
6....	8	5.36.13,26	+0,79	+3.43.35,6	−8,6	857 W_1 V^h.
7....	9	5.53.45,03	+0,85	+4.51. 2,0	−9,2	1306 W_1 V^h.

« Au moyen de dix observations on a obtenu le système d'éléments suivant :

Temps du passage au périhélie : T = 1901 avril 24, 3154 temps moyen de Paris.
Distance au périhélie : $\log q = \bar{1},391197$.
Excentricité : $e = 1,00681$.
Longitude du périhélie : $\varpi = 312.58.\ 6,5$.
Longitude du nœud ascendant : ☊ = 109.30.12,2.
Inclinaison : $i = 131.\ 6.11,2$.

» La comparaison entre l'observation et le calcul donne les résidus suivants :

Dates, 1901. Temps moyen de Paris.	Obs. — Calcul. Æ.	Obs. — Calcul. Ⓓ.	Observateurs.
Mai 8,8599	+1",9	+2",7	Baracchi (Windsor).
11,2081	+4,8	−1,5	Gill (Cap).
11,4717	−3,0	+0,4	Obrecht (Santiago).
12,2412	+2,9	−1,5	Gill (Cap).
12,4608	+2,5	−0,9	Obrecht (Santiago).
13,2145	+2,6	+0,7	Gill (Cap).
13,4662	+1,0	−3,7	Obrecht (Santiago).
14,4669	−0,8	−2,2	Obrecht (Santiago).
15,4580	−5,4	−3,2	Obrecht (Santiago).
15,6733	+6,1	−6,9	Tucker (Mount-Hamilton).

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Les taches du Soleil et les planètes.* Note de M. **Birkeland**, présentée par M. Poincaré.

« Dans mes *Recherches sur les taches du Soleil* (1) j'ai examiné, par une méthode convenable (2), si l'on pouvait découvrir l'existence d'une influence des planètes sur l'activité solaire, influence due à la gravitation.

» J'ai dernièrement achevé la cumulation des taches pour la période 1892-1896, en prenant pour leur *époque caractéristique* le moment où elles ont fait leur première apparition. Les recherches actuelles s'appliquent aux planètes Mercure, Vénus, Jupiter et puis à la force perturbatrice maximum exercée sur le Soleil par l'ensemble de ces trois planètes.

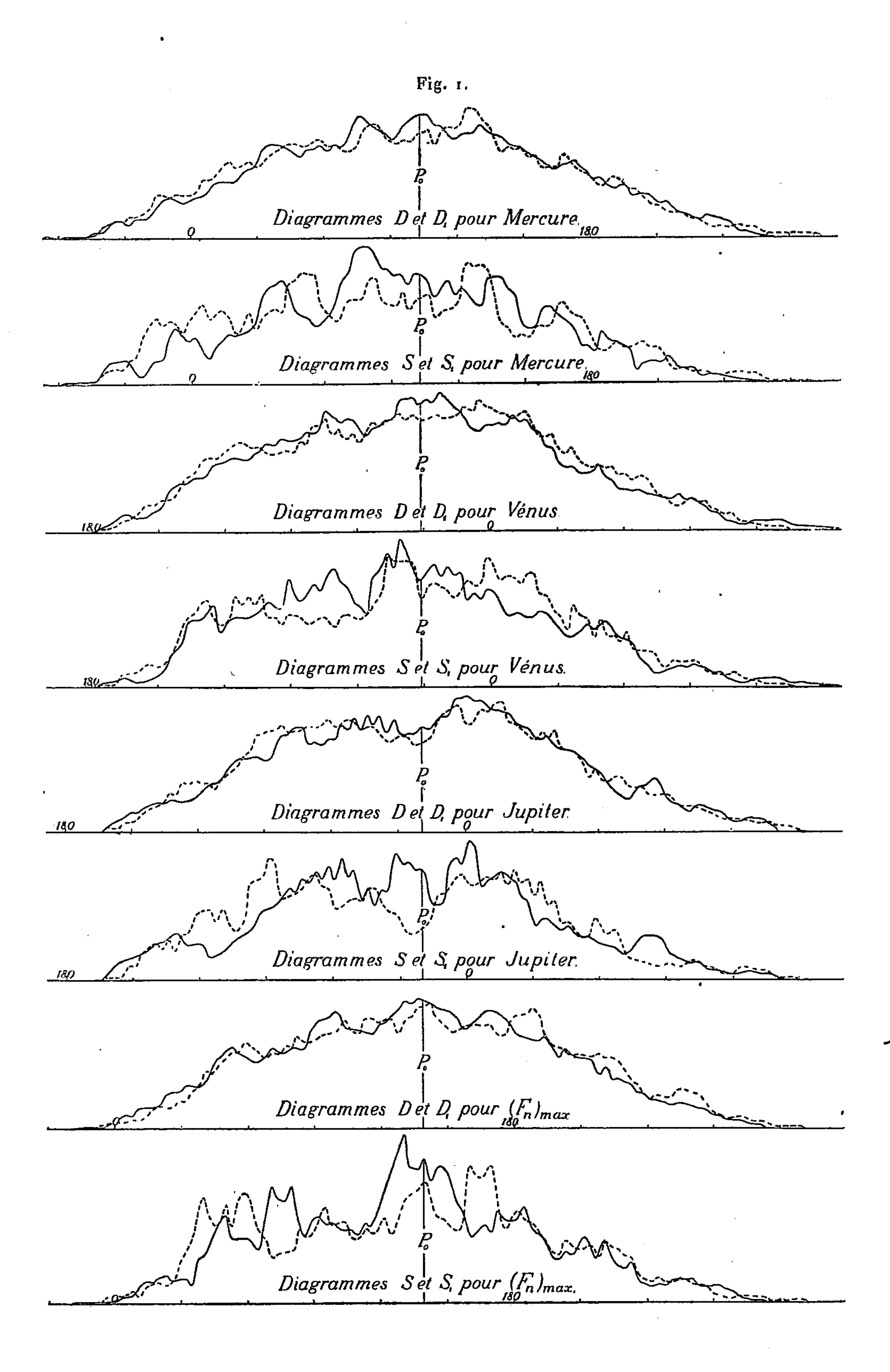
» Dans la *fig.* 1, les courbes D et leurs complémentaires D_1 donnent l'expression des nombres de taches cumulées, tandis que les courbes S et S_1 sont la représentation des surfaces cumulées, les notations étant les mêmes que dans mon premier Mémoire.

» En comparant tous les chiffres pour les courbes D et S d'un côté aux chiffres correspondants pour D_1 et S_1 de l'autre, on verra que les courbes D et S sont plus hautes que les courbes D_1 et S_1 dans leurs parties médianes, tandis qu'en revanche ces dernières s'élèvent plus haut pour les ailes.

(1) *Videnskabs selshabets skrifter*, n° 1. Christiania; 1899.

(2) La méthode se trouve aussi décrite dans les *Rapports* présentés au Congrès de Physique, t. III. Paris; 1900.

Fig. 1.



Diagrammes D et D, pour Mercure.
0
180
P₀
Diagrammes S et S, pour Mercure.
0
180
Diagrammes D et D, pour Vénus
180
0
Diagrammes S et S, pour Vénus.
180
0
Diagrammes D et D, pour Jupiter
180
0
Diagrammes S et S, pour Jupiter.
180
0
Diagrammes D et D, pour $(F_n)_{max}$
180
Diagrammes S et S, pour $(F_n)_{max}$.
180

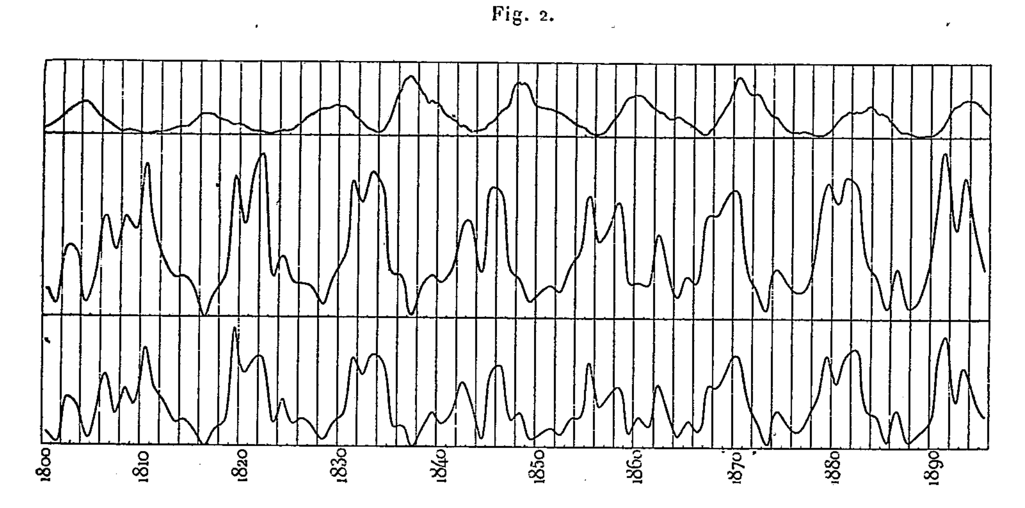
» En tenant compte de ce fait qu'il y a en tout 1164 taches pour Mercure, 1260 pour Vénus, 1205 pour Jupiter et 1195 pour $(F_n)_{max.}$, on voit aussi que les parties médianes des courbes correspondant à $(F_n)_{max.}$ sont *partout* plus hautes que les courbes correspondant à chacune des trois planètes prises isolément.

» Qu'il nous suffise de faire porter notre étude sur les parties médianes des courbes représentant les *surfaces* cumulées, sans nous arrêter aux *nombres* de taches, ni à ce qui a trait aux ailes. Nous remarquons alors, comme nous l'avons déjà dit, que les quatre nombres de la colonne S sont plus grands que les quatre nombres correspondants de la colonne S_1 et que le nombre (S) pour $(F_n)_{max.}$ est plus grand que ce nombre pour chacune des trois planètes prises isolément, ce qui fait que nous avons en tout deux séries de sept nombres que nous reproduisons dans le Tableau ci-dessous et qui sont tous plus grands dans la première que dans la seconde série :

Première série....	13900	15674	14127	16318	16318	16318	16318
Seconde série.....	11386	14153	9956	12615	13900	15674	14127

» M. Brown, dans un Mémoire récent (*Monthly Notices of the R. A. S.*, Vol. LX, n° 10, 1900), propose : « A possible explanation of the Sunspot period ». Il pense que le résultat négatif auquel j'arrive à la page 124 de mon premier Mémoire tient peut-être à ce que j'ai perdu de vue le rôle considérable joué à cet égard, ainsi qu'il le démontre, par la planète Saturne.

Fig. 2.



» J'ai refait mes calculs en conséquence en y faisant intervenir l'influence de Saturne. La *fig.* 2 ci-dessus montre le résultat obtenu par com-

paraison entre la courbe des taches du Soleil suivant Wolf et les courbes pour $\int k\,dt$ répondant à $(t_n)_{\text{max.}}$ et à $(t_t)_{\text{max.}}$ pour les années de 1800 à 1896. Le résultat reste donc le même que précédemment, et je rappelle ici, par suite, la conclusion que j'exprimais alors à l'endroit cité :

» Nous voyons donc que la tentative faite par nous, pour expliquer la période undécennale comme résultant uniquement d'influences planétaires exercées sur le Soleil, donne un résultat négatif. Il faut chercher d'autres causes pour expliquer cette période et il ne saurait plus guère être question de chercher ces causes en dehors du Soleil. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les réseaux conjugués persistants*. Note de M. **L. Raffy.**

« 1. Divers géomètres se sont occupés, dans ces derniers temps, des surfaces sur lesquelles existe un réseau conjugué, qui reste conjugué quand la surface éprouve une déformation continue (*réseau conjugué persistant*). Les résultats les plus étendus que nous possédions à ce sujet ont été obtenus par M. Goursat (*Amer. Journ. of Mathematics*, vol. XIV). Ils semblent avoir échappé aux auteurs des recherches les plus récentes : c'est pourquoi je commence par les rappeler.

» *Peut-on déformer une surface de telle façon qu'une série de sections planes, dont les plans sont parallèles, se change en une série de sections planes, dont les plans soient parallèles?* M. Goursat démontre que *les surfaces cherchées sont les enveloppes des cylindres*

$$z + vy = XV + W.$$

Elles dépendent d'une fonction arbitraire X de x et de deux fonctions arbitraires V et W du paramètre v; elles admettent comme *réseau conjugué persistant* le réseau formé des lignes $x = \text{const.}$ et des lignes $v = \text{const.}$

» En s'appuyant sur une proposition qui est due à M. Kœnigs et sur une autre que j'ai énoncée autrefois (*Bull. Soc. math. de France*, t. XX, p. 1), on prouve que le problème de M. Goursat est strictement équivalent à celui-ci :

» *Trouver toutes les surfaces qui admettent comme réseau conjugué persistant le réseau particulier formé par les sections parallèles à un plan fixe et par les courbes de contact* (planes aussi) *des cylindres circonscrits parallèles à ce plan.*

» 2. On est ainsi conduit à se proposer cet autre problème, plus général :

» *Trouver toutes les surfaces qui admettent un réseau conjugué persistant, dont* UNE *famille est composée de courbes planes, qui restent planes dans une série de déformations.*

» Pour exprimer que le réseau (u, v) est un réseau conjugué persistant sur une série de surfaces, d'élément linéaire $E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2$, de courbure totale $-k^2$, j'emploie les formules fondamentales de la théorie des surfaces

$$\delta\delta'' = -k^2 H^2, \qquad \frac{\partial \delta}{\partial v} = B\delta - A_1\delta'', \qquad \frac{\partial \delta''}{\partial u} = B_1\delta'' - C\delta,$$

où les lettres ont des significations bien connues (le coefficient δ' est nul, le réseau coordonné étant conjugué). Je pose $\delta = kH e^{\mu}$, $\delta'' = -kH e^{-\mu}$; je substitue et j'ai pour la fonction μ deux équations du premier ordre, dont la condition d'intégrabilité

$$P e^{2\mu} + 2Q + R e^{-2\mu} = 0$$

doit être une identité, pour que le réseau (u, v) soit un réseau persistant. En égalant à zéro les trois coefficients P, Q, R, on obtient les conditions

$$\text{(I)} \qquad \left\{ \begin{aligned} &\frac{\partial C}{\partial v} - 2C\frac{\partial \log kH}{\partial v} + 2CB = 0, \\ &\frac{\partial B}{\partial u} + \frac{\partial B_1}{\partial v} - 2\frac{\partial^2 \log kH}{\partial u\,\partial v} + 4A_1C = 0, \\ &\frac{\partial A_1}{\partial u} - 2A_1\frac{\partial \log kH}{\partial u} + 2A_1B_1 = 0, \end{aligned} \right.$$

qui sont, sous une forme plus symétrique, celles de M. Cosserat (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*; 1893).

» Si, d'autre part, on calcule la torsion des courbes coordonnées en tenant compte de la condition $\delta' = 0$, on trouve que les courbes $u =$ const. seront planes, si l'on a

$$e^{2\mu}\left(\frac{\partial C}{\partial v} - 2C\frac{\partial \log kH}{\partial v} + 2CB\right) + A_1C + Fk^2 = 0,$$

et que les courbes $v =$ const. seront planes, si l'on a

$$e^{-2\mu}\left(\frac{\partial A_1}{\partial u} - 2A_1\frac{\partial \log kH}{\partial u} + 2A_1B_1\right) + A_1C + Fk^2 = 0.$$

» Il est visible que l'une de ces conditions, rapprochée des équations (I), entraîne l'autre. On arrive donc à ce théorème :

» *Si l'une des familles d'un réseau conjugué persistant est plane, l'autre famille l'est aussi.*

» Et l'on est ramené à chercher les surfaces qui admettent un réseau conjugué formé de *deux* familles de courbes planes, qui restent planes dans une série de déformations.

3. Les surfaces qui présentent un réseau conjugué entièrement composé de courbes planes sont (Darboux, *Théorie des surfaces*, Livre II, Chap. I) les enveloppes des plans

$$(\mathrm{P})\qquad (\mathrm{U}_1+\mathrm{V}_1)x+(\mathrm{U}_2+\mathrm{V}_2)y+(\mathrm{U}_3+\mathrm{V}_3)z+\mathrm{U}_4+\mathrm{V}_4=0.$$

» Il faut établir entre les U_i, fonctions de u, et les V_i, fonctions de v, les conditions qui assurent la *persistance* du réseau (u, v). Or, pour qu'un réseau (u, v) tracé sur une surface soit un réseau conjugué persistant, il faut et il suffit, comme on sait, que les cosinus directeurs de la normale à cette surface, multipliés par un même facteur $\sqrt{\mathrm{U}(u)+\mathrm{V}(v)}$, deviennent des solutions d'une même équation de Laplace $\theta''_{uv}=\rho\theta$. Ici, ces cosinus, une fois multipliés par

$$\sqrt{(\mathrm{U}_1+\mathrm{V}_1)^2+(\mathrm{U}_2+\mathrm{V}_2)^2+(\mathrm{U}_3+\mathrm{V}_3)^2},$$

satisfont à l'équation $\theta''_{uv}=0$. Comme, d'ailleurs, il n'est pas possible que les cosinus de la normale à une surface (non développable), multipliés par deux facteurs différents, satisfassent à deux équations *différentes* du type considéré, on a nécessairement

$$(\mathrm{U}_1+\mathrm{V}_1)^2+(\mathrm{U}_2+\mathrm{V}_2)^2+(\mathrm{U}_3+\mathrm{V}_3)^2=\mathrm{U}+\mathrm{V}.$$

» Cette équation est bien connue; elle admet seulement deux solutions, qui ne diffèrent que par les rôles échangés des deux variables u et v. Voici l'une d'elles :

$$\mathrm{V}_3=m\mathrm{V}_1+n\mathrm{V}_2,\qquad \mathrm{U}_1=-m\mathrm{U}_3,\qquad \mathrm{U}_2=-n\mathrm{U}_3;$$

les fonctions V_1, V_2, U_3 restent arbitraires, ainsi que les constantes m et n. On obtiendra les surfaces correspondantes en cherchant l'enveloppe du plan

$$(\mathrm{P})'\quad (\mathrm{V}_1-m\mathrm{U}_3)x+(\mathrm{V}_2-n\mathrm{U}_3)y+(m\mathrm{V}_1+n\mathrm{V}_2+\mathrm{U}_3)z+\mathrm{U}_4+\mathrm{V}_4=0.$$

Or, en différentiant cette équation par rapport à u, on trouve

$$U'_3(mx + ny - z) - U'_4 = 0,$$

ce qui montre que les courbes $u = \text{const.}$ sont dans des plans parallèles à un plan fixe, et l'on est ramené au second énoncé du problème de M. Goursat. En conséquence :

» *Les seules surfaces qui présentent un réseau conjugué persistant, dont* UNE *famille est formée de courbes planes, sont les surfaces de M. Goursat.*

» Ajoutons que si l'on cherche, conformément à un théorème que nous avons impliqué plus haut, les surfaces qui ont pour représentation sphérique de leurs asymptotiques la représentation sphérique du réseau persistant des surfaces de M. Goursat, on obtient les conoïdes droits, trouvés directement par M. L. Bianchi. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la courbe adiabatique.* Note de M. **George Moreau**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Prenons une masse gazeuse évoluant adiabatiquement. P et V seront la pression et le volume à la température t. Nous représenterons par P_0 et V_0 ces mêmes éléments à 0° et, à t_1^0, ils deviendront P_1 et V_1.

» Appelons γ le rapport des chaleurs spécifiques, c la chaleur spécifique sous volume constant, α' le coefficient de dilatation, E l'équivalent mécanique de la chaleur et Q la quantité de chaleur contenue dans la masse gazeuse considérée.

» En supposant les coefficients invariables, on sait que $PV^\gamma = \text{const.}$ et $PV = (1 + \alpha' t) P_0 V_0$. MM. Mallard et Le Chatelier ont montré que c n'est point fixe, mais que $c = c_0 + at$, en désignant par c_0 et a des quantités numériques.

» De plus, α' varie avec la température. Supposons qu'il soit de forme $\alpha + \beta t$; on doit avoir

$$(1) \qquad PV = (1 + \alpha t + \beta t^2) P_0 V_0.$$

» D'autre part, on sait que

$$dQ = c\,dt + \frac{1}{E} P\,dV.$$

Dans le cas adiabatique, $dQ = 0$; donc, en remplaçant c par sa valeur

et P par $\frac{1+\alpha t+\beta t^2}{V}\,P_0 V_0$, on a

(2) $$(c_0+at)\,dt+\frac{P_0V_0}{E}(1+\alpha t+\beta t^2)\frac{dV}{V}=0.$$

» Divisons par $1+\alpha t+\beta t^2$ et intégrons de t_1 à t

(3) $$\int_{t_1}^{t}\frac{c_0+\alpha t}{1+\alpha t+\beta t^2}=\frac{P_0V_0}{E}\,\mathcal{L}\frac{V_1}{V}.$$

On peut écrire identiquement

$$\frac{a}{2\beta}\int_{t_1}^{t}\frac{(\alpha+2\beta t)}{1+\alpha t+\beta t^2}dt+\frac{1}{2\beta^2}\int_{t_1}^{t}\frac{2\beta c_0-a\alpha}{t^2+\frac{\alpha}{\beta}t+\frac{1}{\beta}}dt=\frac{P_0V_0}{E}\,\mathcal{L}\frac{V_1}{V},$$

ou enfin

$$\frac{2\beta c_0-a\alpha}{2\beta^2}\int_{t_1}^{t}\frac{dt}{t^2+\frac{\alpha}{\beta}t+\frac{1}{\beta}}=\frac{P_0V_0}{E}\,\mathcal{L}\frac{V_1}{V}-\frac{a}{2\beta}\,\mathcal{L}\frac{1+\alpha t+\beta t^2}{1+\alpha t_1+\beta t_1^2},$$

mais

$$\frac{1+\alpha t+\beta t^2}{1+\alpha t_1+\beta t_1^2}=\frac{PV}{P_1V_1}.$$

Il vient donc

(4) $$\frac{2\beta c_0-a\alpha}{2\beta^2}\int_{t_1}^{t}\frac{dt}{t^2+\frac{\alpha}{\beta}t+\frac{1}{\beta}}=\mathcal{L}\left(\frac{V_1}{V}\right)^{\frac{P_0V_0}{E}}\left(\frac{P_1V_1}{PV}\right)^{\frac{a}{2\beta}}.$$

» Si r et r' désignent les racines de $t^2+\frac{\alpha}{\beta}t+\frac{1}{\beta}=0$ et M un coefficient fonction de $\frac{\alpha}{\beta}$ et $\frac{1}{\beta}$, on peut remplacer $\frac{1}{t^2+\frac{\alpha}{\beta}t+\frac{1}{\beta}}$ par $\frac{M}{t-r}-\frac{M}{t-r'}$ et, en intégrant de t_1 à t, on obtient

(5) $$\frac{2\beta c_0-a\alpha}{2\beta^2}\left[\mathcal{L}\left(\frac{t-r}{t_1-r}\right)^{M}-\mathcal{L}\left(\frac{t-r'}{t_1-r'}\right)^{M}\right]=\mathcal{L}\left(\frac{V_1}{V}\right)^{\frac{P_0V_0}{E}}\left(\frac{P_1V_1}{PV}\right)^{\frac{a}{2\beta}},$$

ou encore

(6) $$\mathcal{L}\left[\frac{(t-r)(t_1-r')}{(t_1-r)(t-r')}\right]^{\frac{M(2\beta c_0-a\alpha)}{2\beta^2}}=\mathcal{L}\left(\frac{V_1}{V}\right)^{\frac{P_0V_0}{E}}\left(\frac{P_1V_1}{PV}\right)^{\frac{a}{2\beta}}.$$

» Passons des logarithmes aux nombres et élevons à la puissance $\frac{2\beta}{a}$,

$$\left[\frac{(t-r)(t_1-r')}{(t_1-r)(t-r')}\right]^{\frac{M(2\beta c_0-a\alpha)}{a\beta}}=\frac{P_1}{P}\left(\frac{V_1}{V}\right)^{\frac{2\beta P_0V_0}{Ea}+1}.$$

» Posons

$$\frac{M(2\beta c_0 - a\alpha)}{a\beta} = A \qquad \text{et} \qquad \frac{2\beta P_0 V_0}{Ea} + 1 = B;$$

on arrive à

$$(7) \qquad PV^B\left(\frac{t-r}{t-r'}\right)^A = P_1 V_1^B \left(\frac{t_1 - r}{t_1 - r'}\right)^A = \text{const.} = k.$$

» Élevons à la puissance $\frac{1}{A}$; il est visible que

$$t = \frac{r P^{\frac{1}{A}} V^{\frac{B}{A}} - kr'}{P^{\frac{1}{A}} V^{\frac{B}{A}} - k}.$$

» Portons cette valeur de t dans l'équation (1) et nous arrivons à

$$(8) \qquad PV = P_0 V_0 \left[1 + \alpha \frac{r P^{\frac{1}{A}} V^{\frac{B}{A}} - kr'}{P^{\frac{1}{A}} V^{\frac{B}{A}} - k} + \beta \left(\frac{r P^{\frac{1}{A}} V^{\frac{B}{A}} - kr'}{P^{\frac{1}{A}} V^{\frac{B}{A}} - k} \right)^2 \right];$$

telle est la relation adiabatique.

» Si l'on examine les variations de l'expression parabolique $1 + \alpha t + \beta t^2$, on voit que l'on peut, sans erreur considérable, la confondre, au moins sur une certaine étendue, avec la courbe représentée par $e^{\beta t}$. Ce n'est qu'une approximation, mais les écarts des deux courbes, dans les limites du champ d'expérience, ne diffèrent que de quantités qui sont comparables aux erreurs d'observation. De même, supposons que nous choisissions un coefficient μ tel que $y = c_0 e^{\mu t}$ se confonde sensiblement avec $y = c_0 + at$ *entre certaines limites*. On aura alors $PV = P_0 V_0 e^{\beta t}$ et $dQ = 0$ donnera

$$c_0 e^{\mu t} dt = - \frac{P_0 V_0}{E} e^{\beta t} \frac{dV}{V},$$

ou encore

$$c_0 \frac{e^{\mu t}}{e^{\beta t}} dt = - \frac{P_0 V_0}{E} \frac{dV}{V}.$$

» Intégrons entre t_1 et t qui restent entre des limites convenables. On obtient

$$\frac{c_0}{\mu - \beta} \left[e^{(\mu-\beta)t} - e^{(\mu-\beta)t_1} \right] = \frac{P_0 V_0}{E} \mathcal{L} \frac{V_1}{V}.$$

» Mais

$$e^{\beta t} = \frac{PV}{P_0 V_0}, \qquad \text{d'où} \qquad e^t = \left(\frac{PV}{P_0 V_0}\right)^{\frac{1}{\beta}},$$

et par suite

$$e^{(\mu-\beta)t} = \left(\frac{PV}{P_0V_0}\right)^{\frac{\mu-\beta}{\beta}}.$$

» En remplaçant $e^{(\mu-\beta)t}$ par sa valeur, on voit que l'on a

$$\frac{c_0}{\mu-\beta}\left[\left(\frac{PV}{P_0V_0}\right)^{\frac{\mu-\beta}{\beta}} - \left(\frac{P_1V_1}{P_0V_0}\right)^{\frac{\mu-\beta}{\beta}}\right] = \mathcal{L}\left(\frac{V_1}{V}\right)^{\frac{P_0V_0}{E}},$$

c'est-à-dire

$$\frac{c_0}{\mu-\beta}\left(\frac{PV}{P_0V_0}\right)^{\frac{\mu-\beta}{\beta}} + \mathcal{L}V^{\frac{P_0V_0}{E}} = \frac{c_0}{\mu-\beta}\left(\frac{P_1V_1}{P_0V_0}\right)^{\frac{\mu-\beta}{\beta}} + \mathcal{L}V^{\frac{P_0V_0}{E}} = \text{const.},$$

équation de la courbe adiabatique.

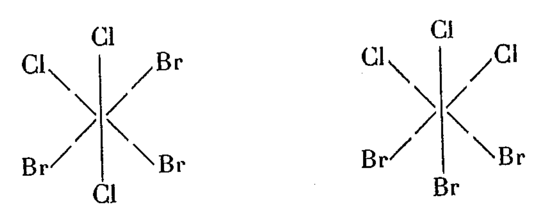
» C'est aux physiciens qu'il appartient de dire si cette représentation est suffisamment exacte. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chlorobromures de thallium du type* Tl^4X^6. Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. Moissan.

« La théorie de Werner, comme du reste celle de Blomstrand-Jörgensen, sur la constitution des sels doubles, permet de prévoir pour les composés du type des sesquichlorobromures de thallium deux dérivés isomères. On pourrait, par exemple, dans la théorie de Blomstrand-Jörgensen avoir les composés

```
   /Br — Tl Cl             /Cl — Tl Br
Tl—Br — Tl Cl     et    Tl—Cl — Tl Br.
   \Br — Tl Cl             \Cl — Tl Br
```

» Avec l'hypothèse de Werner, on doit admettre un atome de thallium placé au centre d'un octaèdre, et les deux sels en question deviendraient stéréo-isomères suivant la place des atomes du groupe TlX^6



» D'après M. Cushman ([1]), les deux isomères se formeraient dans les circonstances suivantes : Lorsque le bromure thalleux, suspendu dans l'eau chaude, est traité par une solution diluée de chlorure thallique, il se produit un composé orange; par dissolution à l'ébullition et refroidissement, il se dépose en lamelles hexagonales orangées (dérivé α).

» D'un autre côté, si le chlorure thalleux est mis en suspension dans une quantité considérable d'eau chaude et traité par une solution chaude concentrée de bromure thallique, il se produit un composé rouge sang qui, par dissolution à chaud et refroidissement rapide de la solution, se dépose à nouveau en cristaux hexagonaux rouge sang (dérivé β).

» Le dérivé α est stable; le dérivé β semble caractérisé par son instabilité.

» Or, de l'avis même de M. Cushman, et toutes mes expériences viennent à l'appui de ce fait, ces deux sels isomères sont, en solution, dissociables par la chaleur. Dans ces conditions, on ne saurait s'expliquer facilement pourquoi, par cristallisation, on peut aboutir à deux corps différents.

» Je n'ai pas répété les expériences mentionnées faites par le savant américain. Les détails de ses expériences, du reste, manquent complètement; mais des recherches que j'ai publiées précédemment on peut tirer quelques conclusions intéressantes à ce sujet.

» J'ai montré, en effet, que le brome en présence de l'eau, en réagissant sur $TlCl$ ([2]), engendrait un seul chlorobromure du type Tl^4X^6, à savoir $Tl^4Cl^3Br^3$. J'ai montré, en outre, que suivant les conditions de l'expérience on pouvait obtenir des lamelles ou des aiguilles (ou, plus exactement, un mélange des deux). Or, en opérant sur une quantité de matière assez considérable ([3]), j'ai pu arriver à obtenir des aiguilles tout à fait exemptes de lamelles. Pour cela, il faut laisser le refroidissement se faire très lentement, puis recueillir le mélange de cristaux déposés. Alors commence un véritable travail de patience. Il faut trier les cristaux un à un avec une loupe de faible grossissement, puis, comme souvent les aiguilles portent avec elles, accolées à leur flanc, de petites lamelles hexagonales, il faut recommencer le triage en prenant une loupe plus forte et, au besoin, un microscope. En huit jours, on peut arriver à obtenir une quantité de matière suffisante pour procéder à plusieurs analyses.

» Celles-ci ne laissent aucun doute sur la nature du produit, qui correspond à la formule $Tl^4Cl^3Br^3$. Ces résultats confirment donc ceux énoncés dans ma Note

---

([1]) *American chemical Journal*, t. XXIV, p. 234; 1900.
([2]) *Comptes rendus*, p. 80; 14 janvier 1901.
([3]) Je suis parti de 30^{gr} de $TlCl$.

du 14 janvier 1901 et éclaircissent un point obscur que j'avais signalé dans celle du 26 novembre 1900.

» Les aiguilles et les lamelles paraissent appartenir au même système cristallin, mais on ne saurait être affirmatif sur un tel point avant d'avoir obtenu des cristaux mesurables et effectué les mesures ordinaires. On passe du reste très facilement d'une forme à l'autre. On peut répéter indéfiniment l'expérience en prenant une solution saturée à chaud (à une même température ou à une température variable) telle que celle qu'on obtient au moment de la préparation de $Tl^4Cl^3Br^3$ et en laissant refroidir plus ou moins rapidement. Suivant les conditions de l'expérience, les aiguilles sont plus ou moins abondantes et apparaissent plus tôt ou plus tard.

» Enfin, les deux formes subissent sous l'action de la chaleur, soit lorsqu'on les chauffe directement, soit lorsqu'on les chauffe en présence de la solution d'où elles se sont déposées, un changement de coloration remarquable. A chaud, elles deviennent d'un rouge sang. Cette coloration disparaît plus ou moins rapidement par le refroidissement et fait place à la coloration orangée primitive.

» Quant au chlorobromure Tl^2ClBr^3, son existence paraît avoir besoin d'être confirmée. Il est tout au moins surprenant que ce composé prenne naissance dans les conditions où s'est placé M. Cushman (traitement de $Tl^4Cl^3Br^3$ par $TlBr^3$), puisqu'il ne pouvait pas se former par l'action du brome en excès sur le chlorure thalleux en présence de l'eau, c'est-à-dire dans une solution où (tous ces chlorobromures étant dissociés) se trouvent ensemble du thallium, du chlore et un grand excès de brome. J'ai montré, du reste, que la solution du composé $TlCl^2Br^2$, que j'ai depuis isolé et sur lequel je reviendrai prochainement, perd dans le vide du chlore et du brome et conduit au chlorobromure $Tl^3Cl^2Br^4$. Ce corps est tout à fait semblable aux aiguilles de Tl^2ClBr^3. Comme elles, il se décompose au contact de l'eau ; seulement, dans cette décomposition, il fournit des lamelles ou des aiguilles de composition $Tl^4Cl^3Br^3$, rouges à chaud, mais devenant orangées à froid. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réactions de l'acide trichloracétique.* Note de M. **A. Clermont**, présentée par M. A. Ditte.

« Lorsque à un mélange à molécules égales d'alcool et d'acide trichloracétique on ajoute une molécule d'acide sulfurique monohydraté (SO^4H^2), la quantité de chaleur dégagée est considérable, et suffisante pour déterminer la formation presque immédiate d'éther trichloracétique ; la liqueur, d'abord limpide, devient opalescente au bout de quelques minutes ; si on l'additionne alors d'environ quatre fois son volume d'eau froide, le nuage formé se résout rapidement en fines gouttelettes qui se réunissent au fond du vase et se rassemblent en une couche distincte et séparée du reste de la liqueur, couche formée par de l'*éther éthyltrichloracétique ;* comme la production de cet éther s'exécute facilement dans un simple

tube à essai, elle peut servir d'expérience intéressante de cours pour montrer la formation rapide d'un éther, tandis que, ordinairement, on le sait, la production de ces corps exige un temps assez prolongé.

» L'éther trichloracétique ainsi formé, lavé à l'eau, séparé du liquide surnageant avec un entonnoir à robinet, ou simplement par décantation, puis additionné de son volume d'ammoniaque, se convertit rapidement en *trichloracétamide,* corps cristallin, blanc, soyeux, onctueux au toucher; celui-ci, jeté sur un filtre, lavé, séché à l'air, puis chauffé au fond d'un tube, se liquéfie à $+135°$, distille à $+240°$ et se sublime sans altération en paillettes brillantes semblables à de la naphtaline.

» Ces réactions, caractéristiques de l'acide trichloracétique, permettent de le reconnaître qualitativement en un temps très court.

» Cette formation de l'éther trichloracétique permet aussi de déceler la présence de l'acide trichloracétique quand, au lieu d'être pur, il se trouve mélangé à d'autres corps chlorés dont le point d'ébullition est supérieur à $+180°$; si, en effet, on ajoute à un tel mélange le tiers de son poids d'alcool et les deux tiers d'acide sulfurique (SO^4H^2), puis que, une heure après, on étende de quatre fois son volume d'eau, il y a, comme on vient de le voir, production d'éther trichloracétique sur lequel on peut effectuer les autres réactions précédemment indiquées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les isomérisations de la pinacone et de ses dérivés.* Note de M. **Maurice Delacre**, présentée par M. Moissan.

« Dans les Notes que j'ai publiées antérieurement sur la constitution de la pinacoline ([1]), jugeant de l'insuffisance des arguments invoqués en faveur de la formule dissymétrique proposée par Butlerow

$$(CH^3)^3.C.CO.CH^3,$$

et appréciant la netteté de certaines preuves en faveur de la formule de Friedel $(CH^3)^2.C-C(CH^3)$, j'avais cru pouvoir incliner du côté de cette
$$\diagdown\diagup$$
$$O$$

dernière.

» Les recherches que j'ai faites depuis sur cette question m'ont conduit

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXII, p. 1202, et t. CXXIII, p. 245.

à penser que toutes deux sont insuffisantes individuellement pour représenter la constitution de ce composé.

» Je crois devoir donner ici un résumé de mes résultats, afin de me permettre d'exécuter certaines expériences délicates qui me restent à terminer.

» I. La pinacoline obtenue par la méthode de Friedel dans les conditions ordinaires n'est pas pure; on approche davantage de la pureté en se servant d'acide sulfurique concentré (¹).

» II. L'action du pentachlorure de phosphore sur la pinacoline la plus pure que j'aie pu obtenir donne un chlorure liquide $(CH^3)^3.C.CCl = CH^2$ et des chlorures solides parmi lesquels se trouvent : 1° $(CH^3)^3.C.Cl^2.CH^3$, caractérisé par la production du carbure acétylénique; 2° $(CH^3)^3CCl^2.CH^2Cl$, produit de l'action de PCl^5 sur $(CH^3)^3.C.CCl = CH^2$; 3° un chlorure, probablement $(CH^3)^2.CCl.CCl(CH^3)^2$, qui donne par la potasse alcoolique du tétraméthyléthylène $(CH^3)^2.C = C(CH^3)^2$ (1^{kg},500 de pinacoline a donné tout au plus une dizaine de grammes de cet hydrocarbure).

» III. Les produits de l'action du sodium sur la pinacoline en présence d'eau sont *symétriques*. Ce sont : 1° l'alcool décrit par Friedel comme tel, mais dont les chimistes ont depuis méconnu la nature; 2° le produit solide secondaire, que M. Couturier a scindé en pinacoline et tétraméthyléthylène (²).

» IV. Le bromure de l'alcoool pinacolique se comporte exactement comme le produit d'addition de HBr à $(CH^3)^2.C = C(CH^3)^2$.

» V. La réduction du chlorure $(CH)^3.C.CCl = CH^2$ cité plus haut donne $(CH^3)^3.C.CH = CH^2$: Eb. 44°; carbure absolument différent de celui auquel M. Couturier a attribué cette formule.

» VI. Le produit d'addition de HBr au carbure $(CH^3)^3.C.CH = CH^2$, et qui bout à peu près à la même température que le bromure de l'alcool pinacolique, s'en distingue très nettement.

» Ce bromure, traité par l'oxyde d'argent humide, ne donne pas ou donne seulement des traces de tétraméthyléthylène; il se produit un composé bouillant vers 125°, que l'on peut considérer comme l'alcool secondaire $(CH^3)^3.C.CH.OH.CH^3$. La potasse diluée agit sur ce même bromure pour donner du tétraméthyléthylène.

» Le bromure de l'alcool pinacolique traité par Ag^2O, PbO, MgO, etc. en présence de l'eau donne environ 80 pour 100 de tétraméthyléthylène. On retrouve dans les résidus un composé bouillant vers 125° qui serait $(CH^3)^3.C.CH.OH.CH^3$.

» VII. L'hydrocarbure auquel M. Couturier a attribué la formule $(CH^3)^3.C.CH{=}CH^2$ me paraît devoir répondre plutôt à la suivante : $(CH^3)^2.CH.C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup CH^2 \\ \diagdown CH^3\end{matrix}$. En effet, je n'ai pu constater aucune différence entre son chlorhydrate et le chlorure de l'alcool pinacolique ou chlorhydrate de tétraméthyléthylène $(CH^3)^2.CH.CCl(CH^3)^2$.

(¹) *Berichte d. d. chem. Ges.*, t. XXVIII, p. 1364.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVI, p. 497.

» VIII. En traitant par KOH le produit de l'addition de ClOH au tétraméthyléthylène, soit $(CH^3)^2.C(OH).CCl(CH^3)^2$, M. Eltekow a obtenu un produit qu'il a décrit comme agissant énergiquement sur l'eau pour donner de la pinacone, et auquel il a assigné la formule $(CH^3)^2.C - C(CH^3)^2$ (pont $\diagdown O \diagup$). Je n'ai pu jusqu'aujourd'hui confirmer les résultats du savant russe. Le produit final de la réaction, lorsque j'ai eu soin de le bien rectifier pour lui enlever la pinacone qu'il contient, s'est montré sans action marquée sur l'eau. Pour plusieurs raisons j'incline à admettre la formule approximative $(CH^3)^2.C(OH).C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup CH^2 \\ \diagdown CH^3\end{matrix}$.

» IX. L'oxydation de la pinacoline ne m'a jamais donné que 50 à 60 pour 100 en acide triméthylacétique. Cette réaction fournit en même temps un produit soluble dans l'eau, qui donne de l'iodoforme avec l'iode et la potasse (acétone).

» Je m'étais attaché à rechercher la raison des transpositions moléculaires diverses que l'on constate dans la série des dérivés de la pinacone, et j'avais pensé devoir classer, d'une part, les réactions de caractère alcalin donnant des composés symétriques, d'autre part les réactions de caractère acide donnant des composés dissymétriques.

» Mais cette explication, que j'ai admise pendant plusieurs années au cours de mes recherches sur la pinacoline, outre qu'elle me semble aujourd'hui artificielle, ne me paraît pas résister à un examen plus approfondi des faits.

» Je crois plus conforme à la nature des choses d'admettre que la pinacoline est un mélange, mais non pas un mélange dans le sens que l'on attribue généralement à ce terme. Elle correspondrait à un état d'équilibre entre les deux formules $(CH^3)^3.C.CO.CH^3$ et $(CH^3)^2.C - C(CH^3)^2$ (pont $\diagdown O \diagup$) et conserverait donc son caractère d'individualité chimique.

» On remarquera en effet qu'admettre, par exemple, pour la constitution de la pinacoline la formule $(CH^3)^3.C.CO.CH^3$, composé auquel se trouverait mélangée dans la pratique une certaine proportion

$$(CH^3)^2.C - C(CH^3)^2, \quad \text{(pont } \diagdown O \diagup \text{)}$$

ce n'est pas résoudre la difficulté.

» Au contraire, il suffit d'admettre la présence d'une quantité infiniment petite de l'un des composés au sein de l'autre (et cela dans un état d'équilibre qui tend toujours à se rétablir), pour donner une explication, qui me paraît absolument satisfaisante, de tous les phénomènes que j'ai observés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution du picéol.* Note de MM. **Ernest Charon** et **Démétrius Zamanos**, présentée par M. A. Haller.

« M. Tanret a extrait des ramilles du sapin épicéa (*pinus picea*) un glucoside, la picéine, dédoublable par les acides ou l'émulsine en glucose et picéol, et par la baryte en lévoglucosane, anhydride du glucose, et picéol (¹).

» Dans le cours de son beau travail, M. Tanret a reconnu que le picéol pouvait être représenté par la formule $C^8H^8O^2$; il l'a également caractérisé comme phénol monoatomique, ce qui détermine la nature d'un des oxygènes. Il n'a pas poussé plus loin l'étude de la constitution de ce corps.

» La formule brute donnée par M. Tanret est exactement celle d'une monoxyacétophénone, et l'on expliquerait ainsi la nature du second oxygène de la molécule.

» Nos recherches ont pleinement démontré la justesse de notre hypothèse.

» Les trois oxyacétophénones sont connues, l'ortho est liquide, la méta fond à 92° et la para fond à 108°. Le picéol fond à 109°.

» Nous avons d'abord préparé la paraoxyacétophénone par la méthode de Klingel (²) en diazotant la paramidoacétophénone préparée elle-même par le procédé de M. Rousset (³).

» Le composé obtenu présente toutes les propriétés du corps découvert par M. Tanret, notamment il fond à 108°, il cristallise hydraté et s'effleurit rapidement dans une atmosphère sèche. Il donne un dérivé benzoylé fondant à 132° identique au dérivé correspondant du picéol.

» Ce corps est difficile à obtenir parfaitement blanc, une trace de fer le colore. Le rendement dans la préparation n'est pas très bon. Ayant entre les mains une certaine quantité de ce composé, nous avons caractérisé sa nature cétonique en préparant la phénylhydrazone, l'oxime, la carbazone.

» Nous avons obtenu ces corps par les mêmes méthodes et identiquement semblables en partant d'un échantillon de picéol mis très obligeamment à notre disposition par M. Tanret.

(¹) Tanret, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 80, et *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, vol. XI, p. 946.

(²) Klingel, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XVIII, p. 2691.

(³) L. Rousset, *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XI, p. 320.

» La méthode par diazotation donnant des résultats médiocres, nous avons essayé d'obtenir la paraoxyacétophénone en partant d'un dérivé commercial, l'anisol.

» Ce corps, traité par le chlorure d'acétyle en présence de chlorure d'aluminium ([1]), fixe l'acétyle en para, en donnant le composé

$$C^6H^4(OCH^3)_1(COCH^3)_4$$

qui n'est autre que l'éther méthylique du picéol.

» Dans cette préparation, on peut améliorer les rendements indiqués par les auteurs en y apportant une légère modification.

» On verse le chlorure d'acétyle dans le sulfure de carbone renfermant le chlorure d'aluminium, au lieu d'opérer en sens inverse. Le rendement est théorique.

» On n'a pas encore donné de préparation de la paraoxyacétophénone en partant de l'acétylanisol; nous avons essayé dans ce but l'action des acides.

» L'acide bromhydrique gazeux passant dans un mélange d'acétylanisol et d'eau légèrement chauffé nous a donné les meilleurs résultats. La saponification doit être arrêtée avant d'être complète, sinon on transforme toute la masse en produits de condensation résineux rougeâtres et insolubles dans la plupart des dissolvants.

» Il faut s'arrêter quand la moitié du produit au plus est transformée. On peut suivre la marche de la réaction à la coloration obtenue et au dégagement de bromure de méthyle.

» La masse est étendue par une solution alcaline faible : le picéol se dissout, l'acétylanisol reste insoluble. On reprend ce dernier par l'éther et, après purification par distillation, il peut servir pour une nouvelle opération.

» La solution alcaline est filtrée, le picéol est mis en liberté par l'acide sulfurique étendu et repris par l'éther. Par évaporation, on obtient un produit cristallisé que l'on purifie en le reprenant par l'eau.

» Cette préparation permet d'obtenir vite une certaine quantité de paraoxyacétophénone pure.

» Il existe une autre méthode pratique pour préparer la paraoxyacétophénone ([2]). On traite le phénol par le chlorure d'acétyle en présence

---

([1]) Klingel, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XVIII, p. 2691.
([2]) Nencki et Ströber, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XXX, p. 1768.

de Fe^2Cl^6. Par rapport à l'oxydrile, le groupement acétyle se fixe en para.

» Les rendements sont bons, mais le produit est coloré en rouge et l'on ne parvient à l'obtenir blanc que par une série de cristallisations.

» Nous reviendrons sur cette préparation dans une Note prochaine.

» Pour compléter notre démonstration de la formule du picéol, nous sommes passés de ce corps à l'acétylanisol. Il suffit de traiter le dérivé potassique par l'iodure de méthyle.

» L'opération faite soit avec du picéol préparé par M. Tanret, soit avec la paraoxyacétophénone obtenue par nous, a donné du paracétylanisol cristallisé fondant à 32°.

» *Oxime*. — On traite la solution alcoolique concentrée du picéol par les quantités théoriques de chlorhydrate d'hydroxylamine et d'acétate de soude dans très peu d'eau.

» Après une ébullition prolongée, il se sépare une huile qui ne tarde pas à se solidifier. Reprise par le benzène bouillant, elle donne de fines aiguilles très blanches fondant à 143°.

» *Hydrazone*. — La solution aqueuse du picéol traitée par une solution aqueuse légèrement acétique d'acétate de phénylhydrazine donne rapidement de fines aiguilles blanches jaunissant à l'air et se résinifiant très vite.

» Préparée avec du picéol pur, lavée et séchée, l'hydrazone peut être conservée en flacon scellé. Point de fusion : 148°. Point de fusion indiqué par Nencki et Ströber : 136°. Ces expérimentateurs ont dû se servir d'un corps déjà altéré.

» *Semicarbazone*. — On chauffe à l'ébullition pendant quelques instants une solution de picéol additionnée des quantités théoriques de chlorhydrate de semicarbazide et d'acétate de soude. La semicarbazone se sépare par refroidissement en petites aiguilles incolores fondant à 199°.

» La précipitation du picéol par la phénylhydrazine et par la semicarbazide a lieu même en liqueur très étendue et peut servir à isoler ce composé.

» Nous poursuivons ces recherches dans le but d'obtenir la picéine synthétique. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le calcul du mouillage et de l'écrémage simultanés du lait*. Note de M. V. Génin, présentée par M. A. Haller.

« On peut calculer presque exactement le mouillage et l'écrémage simultanés d'un lait falsifié en tenant compte du volume spécifique du beurre qui est sensiblement constant par rapport aux autres caractéristiques du lait.

» Soient e et b le poids en grammes de l'extrait et du beurre de 100^{cc} à 15° d'un lait pur L; soient e_1, b_1 et e', b' les mêmes quantités pour 100^{cc} à 15° de ce lait écrémé L_1 et mouillé après écrémage L'. Soit $\beta = 1^{cc},08$ le volume à 15° de 1^{gr} de beurre.

» Le mouillage pour 100, c'est-à-dire le nombre μ des centimètres cubes d'eau qui, ajoutés à $(100 - \mu)^{cc}$ de lait L_1, forment 100^{cc} de lait L', est lié aux quantités e_1, b_1, e', b' par les relations connues :

$$\frac{e_1}{100} = \frac{e'}{100 - \mu}, \qquad \frac{b_1}{100} = \frac{b'}{100 - \mu},$$

qui deviennent, en posant

$$S = \frac{100 - \mu}{100}, \tag{1}$$

$$e_1 = \frac{e'}{S}, \tag{2}$$

$$b_1 = \frac{b'}{S}. \tag{3}$$

» Remarquons que des volumes égaux des laits L et L_1 complètement privés de beurre ont même extrait puisque ces laits ne diffèrent que par la proportion de beurre. Après écrémage complet, les laits L et L_1 ont des extraits respectifs $e - b$ et $e_1 - b_1$ pour des volumes $100 - b\beta$ et $100 - b_1\beta$. En écrivant que ces extraits sont égaux pour l'unité de volume, on aura

$$\frac{e - b}{100 - b\beta} = \frac{e_1 - b_1}{100 - b_1\beta}$$

ou

$$100(e - b) = 100(e_1 - b_1) - \beta(be_1 - eb_1).$$

» Si, dans cette équation, on remplace e_1 et b_1 par leurs valeurs (2) et (3) il viendra

$$100(e - b) = \frac{100(e' - b') - \beta(be' - eb')}{S},$$

d'où

$$S = \frac{100(e' - b') - \beta(be' - eb')}{100(e - b)},$$

S est ainsi exprimé en fonction de quantités connues.

» L'équation (1) donne le mouillage

$$\mu = 100(1 - S). \tag{4}$$

» En définissant l'écrémage par le rapport $\frac{b - b_1}{b}$ ou $1 - \frac{b_1}{b}$ indépendant

de la diminution de volume produite par cette opération et en tenant compte de l'équation (3) on aura pour l'écrémage la valeur

$$1 - \frac{b'}{bS}.$$

» L'écrémage ε rapporté à 100 parties de beurre du lait L sera donné par la formule

$$(5) \qquad \varepsilon = 100\left(1 - \frac{b'}{bS}\right).$$

» Ainsi, la formation de l'expression S permet de calculer le mouillage et l'écrémage, et aussi de déterminer l'espèce de la falsification.

» On voit facilement, en effet, que :

» 1° Pour $S = 1$, il y a écrémage seul donné par la formule simplifiée

$$\varepsilon = 100\left(1 - \frac{b'}{b}\right);$$

» 2° Pour $be' - eb' = 0$ il y a mouillage seul donné par la formule

$$\mu = 100\left(1 - \frac{b'}{b}\right);$$

» 3° Pour $be' > eb'$ il y a mouillage et écrémage donnés par les formules (4) et (5). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation du parfum de la vanille.* Note de M. **Henri Lecomte**, présentée par M. Guignard.

« Au moment de la cueillette, les fruits du Vanillier (*Vanilla planifolia* Andr.) ne dégagent pas du tout l'odeur caractéristique de vanille; c'est seulement à la suite de la préparation spéciale qu'on leur fait subir que cette odeur se développe peu à peu. En écrivant, à l'usage des planteurs de nos colonies, un ouvrage sur la vanille, j'ai pu constater que ces procédés, qui fournissent d'ailleurs des résultats si divers, sont purement empiriques, et j'ai été amené à étudier les conditions dans lesquelles se produit la vanilline.

» Tout d'abord j'ai reconnu, dans les divers organes du Vanillier, la présence constante d'un ferment oxydant analogue à ceux qui ont été étu-

diés par M. G. Bertrand (¹) et qu'on réunit actuellement sous la dénomination générale d'*oxydases*. Les objets dans lesquels la présence d'oxydases a été constatée sont les suivants :

» 1° Tige et feuilles de Vanilliers (*V. planifolia*) provenant des serres de l'École de Pharmacie de Paris ;

» 2° Liquide extrait de tiges et de feuilles de Vanilliers (*V. planifolia*) cultivés au jardin d'essais de Libreville (Congo français) ;

» 3° Fruits verts et fruits mûrs, mais non préparés, provenant de la Réunion et expédiés dans des tubes remplis de rhum ;

» 4° Vanille préparée, fournie par des commerçants, et provenant du Mexique, de la Réunion, des Seychelles et des Comores.

» La présence d'une oxydase a été constatée par les caractères suivants :

» *a*. Action sur la teinture de gayac qui bleuit directement sans l'intervention de l'eau oxygénée ;

» *b*. Séparation par l'alcool, redissolution dans l'eau et action sur la teinture de gayac ;

» *c*. Toute partie du Vanillier portée à 100° perd son action sur la teinture de gayac ;

» *d*. L'absorption de l'oxygène par le liquide extrait des tiges et des feuilles et contenant l'oxydase a été directement constatée.

» Dans le fruit mûr, le ferment est localisé dans le parenchyme du péricarpe. L'épiderme extérieur n'en contient pas ; les assises de cellules situées directement sous l'épiderme n'en contiennent que très peu, ou en manquent complètement. L'épiderme intérieur n'en contient pas non plus. C'est donc le parenchyme interne du péricarpe qui en contient le plus ; mais, dans ce parenchyme, on constate que les cellules à raphides sont dépourvues d'oxydase et que celle-ci paraît surtout abondante dans les cellules les plus rapprochées des faisceaux libéroligneux.

» Le pédoncule du fruit vert contient une oxydase dans ses tissus ; celui du fruit mûr, mais non préparé, en manque presque complètement. Or, précisément, la préparation ne développe que très peu de vanilline dans cette partie du fruit.

» Comme il a été dit plus haut, la vanille préparée que l'on trouve dans le commerce contient elle-même l'oxydase ; mais, fait singulier, tandis que les vanilles les plus estimées (Mexique, Réunion, Mayotte, Seychelles) contiennent cette oxydase en proportion notable, les vanilles médiocres,

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1215 ; t. CXX, p. 266 ; t. CXXI, p. 166, 726 et 783 ; t. CXXII, p. 1132 et 1215 ; t. CXXIV, p. 1032 et 1355.

comme la vanille de Tahiti et le vanillon de la Guadeloupe, n'en contiennent pas ou se colorent à peine par la teinture de gayac.

» D'autre part, nous avons recherché dans la vanille la présence du manganèse, que M. Bertrand considère comme le véhicule de l'oxygène. Cette présence a été constatée pour tous les matériaux que nous avions à notre disposition ([1]).

» Toutes les constatations qui précèdent sont de nature à nous faire penser que l'oxydase contenue dans les fruits du Vanillier doit jouer un rôle important dans la préparation de la vanille.

» Cependant une objection, très sérieuse en apparence, pourrait être formulée. Dans le mode de préparation actuellement suivi à la Réunion, la première opération à laquelle on soumet les fruits consiste à les plonger pendant vingt secondes environ dans de l'eau maintenue à 80°-85°C. Or, à cette température, les oxydases seraient exposées à perdre leur propriété caractéristique. Mais des expériences plusieurs fois répétées nous ont montré que des fruits plongés dans de l'eau bouillante pendant trente secondes ne prenaient pas, à l'intérieur, à la fin de cette immersion, une température supérieure à 55°. Or, dans la pratique, les fruits ne sont pas plongés isolément mais par paniers; en outre, l'eau n'est pas à 100°, mais tout au plus à 85°; enfin l'immersion ne dure que vingt secondes au lieu de trente. On est donc autorisé à déclarer qu'à l'intérieur des fruits plongés dans l'eau chaude, à 80°-85°, la température n'atteint jamais 50° et que, dans ces conditions, non seulement l'oxydase n'est pas altérée, mais qu'elle se trouve au contraire à une température très favorable.

» Il restait à fixer la nature de la substance capable de se transformer en vanilline, dans les fruits du Vanillier, sous l'influence de l'agent oxydant. En poursuivant cette recherche nous avons pu nous assurer que le suc extrait du Vanillier contient un autre ferment possédant la propriété d'hydrater l'amidon et qui, agissant sur une solution de coniférine, provoque la formation d'une substance possédant les mêmes réactions que

---

([1]) Si l'on veut bien se rappeler que les mines d'argent sont particulièrement nombreuses au Mexique et que, en bien des points, l'argent s'y trouve associé à une gangue manganésifère, on peut se demander si la présence habituelle du manganèse dans les terres du Mexique n'est pas une des conditions qui assurent la qualité supérieure et incontestée de la vanille provenant de ce pays. Mais c'est là une hypothèse que des recherches ultérieures peuvent seules justifier.

celle dont nous avions reconnu la présence constante dans les tissus du Vanillier.

» Nous avons donc constaté, dans le Vanillier, la présence simultanée de deux ferments distincts, l'un hydratant, l'autre oxydant, dont l'existence paraît intimement liée à la production de la vanilline.

» En effet, ayant pris deux fruits mûrs semblables, A et B, expédiés de la Réunion dans des tubes remplis de rhum, nous nous proposâmes de les préparer à l'étuve. Le fruit A fut d'abord porté à 100° pendant dix minutes dans l'eau à l'ébullition; B ne fut pas soumis à cette opération. Les deux fruits furent préparés de la même façon et pendant le même temps. Le fruit A devint mou et ne dégage actuellement qu'une odeur à peine perceptible de vanilline; B prit au contraire l'odeur caractéristique de vanille et, ayant été placé sur une feuille de papier, il se couvrit, même partiellement, au bout de quelques jours, de petits cristaux de givre qu'il fut facile de reconnaître pour des cristaux de vanilline.

» En résumé, en dehors des faits positifs signalés dans cette Note, on peut faire l'hypothèse suivante sur la formation de la vanilline dans les fruits pendant la préparation : le ferment hydratant transformerait la coniférine naissante en alcool coniférylique et glucose. La présence du glucose est, en effet, constante dans la vanille. D'autre part, l'alcool coniférylique serait transformé en vanilline par l'action de l'oxydase. Malheureusement, les matériaux nous ont fait défaut pour effectuer les expériences capables de confirmer cette hypothèse et nous nous proposons de poursuivre ce travail quand nous aurons reçu des colonies les matériaux nécessaires. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'*Iboga, *sur ses propriétés excitantes, sa composition, et sur l'alcaloïde nouveau qu'il renferme, l'*ibogaïne. Note de MM. **J. Dybowski** et **Ed. Landrin**, présentée par M. Henri Moissan. (Extrait.)

« Lors des voyages accomplis au Congo français, nous eûmes l'occasion de constater que les indigènes des territoires situés entre l'embouchure de l'Ogoué et le Mayumbé font usage des parties ligneuses d'une plante désignée dans le bas Ogoué et le Fernand Naz sous le nom d'*Iboga* et que les Pahouins appellent *Aboua*.

» L'usage constant qu'ils en font a dû contribuer à rendre l'espèce peu abondante et même rare dans certaines régions. Ils prétendent, en effet,

que l'absorption d'une certaine quantité de la plante donne des forces nouvelles et permet de résister à une longue fatigue, en enlevant tout besoin de sommeil. Ils lui attribuent aussi des vertus aphrodisiaques.

» Les pagayeurs en font un usage régulier. Interrogés par nous, ils nous ont toujours déclaré que l'Iboga avait sur eux une action identique à celle de l'alcool, sans troubler la raison; voulant, semble-t-il, indiquer par là les propriétés excitantes de cette plante.

» Ces propriétés ont été dès longtemps indiquées. Le professeur Baillon, dans la séance du 6 mars 1889 de la Société linnéenne, décrivit l'Iboga d'après les échantillons rapportés de la région du cap Lopez par Griffon du Bellay. Dans la description qu'il en donne, il dit :

» Elle paraît suffrutescente et ses branches ont environ $1^m,50$ de haut. Elles partent d'une très grosse racine ramifiée qui a une écorce grise et amère, et c'est la partie de la plante que les Gabonais mangent.

» ... Je nomme cette plante *Tabernanthe Iboga*, mais je ne puis dire encore si ce type rentrera dans le genre *Tabernæmontana* comme section, ou s'il constituera un genre de la série des Arduinées.

» Une étude plus approfondie du fruit montre que l'ovaire, dans sa partie inférieure, est biloculaire et en haut uniloculaire et à placentation pariétale, fait qui a été constaté chez quelques *Melodinus* où le fruit est unique et non formé de deux baies distinctes : c'est ainsi qu'est constitué le fruit dans l'Iboga. Il semble donc qu'il y ait lieu de croire que les Tabernanthes ont un rapport plus direct avec les Arduinées, dans la série desquelles ils doivent être définitivement rangés.

» Le principe actif de l'Iboga ne semble pas seulement résider dans l'écorce, ainsi que l'indique Baillon, mais dans le bois tout entier et principalement dans les racines, qui sont particulièrement utilisées par les indigènes. Ce sont ces racines que nous avons étudiées.

» L'Iboga doit ses propriétés à un alcaloïde particulier que nous avons pu isoler et que nous avons désigné sous le nom d'*ibogaïne*.

» Cet alcaloïde n'étant pas libre dans la racine, nous l'avons extrait par le procédé suivant : on additionne la racine réduite en poudre fine d'un lait de chaux; on sèche le mélange, puis on l'agite avec de l'éther. L'éther est séparé à son tour et agité avec de l'eau acidifiée au dixième avec de l'acide sulfurique qui s'empare des alcaloïdes en solution, en les transformant en sulfate. On répète plusieurs fois ce traitement pour épuiser complètement l'Iboga, puis les liqueurs acides sont réunies et traitées par la soude caustique en solution qui précipite les alcaloïdes bruts. Ceux-ci sont un mélange d'alcaloïde amorphe, sur les propriétés duquel nous reviendrons plus tard, et d'un

alcaloïde nettement cristallisé. Ce dernier étant beaucoup moins soluble dans l'alcool que le premier, on le sépare par des purifications successives dans l'alcool.

» Par ce procédé nous avons pu extraire de l'Iboga 6gr à 10gr d'ibogaïne par kilogramme, suivant les échantillons essayés. C'est, comme on le voit, un rendement relativement élevé.

» L'ibogaïne ainsi obtenue est un corps parfaitement cristallisé, de couleur légèrement ambrée : les cristaux bien nets, de plusieurs millimètres de longueur, sont de longs prismes transparents à base rectangle, terminés par des facettes inclinées (système du prisme droit, type orthorhombique).

» L'ibogaïne est presque complètement insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool, surtout à chaud. A la température de 15° C. 1gr se dissout dans 28gr d'alcool à 95° et, à l'ébullition, dans 4gr d'alcool. Elle est également très soluble dans l'éther, le chloroforme, la benzine et la plupart des dissolvants.

» Elle fond à la température de 152° C. en un liquide jaune, transparent; sa saveur est styptique, toute particulière, un peu analogue à celle de la cocaïne.

» Elle dévie à gauche le plan de polarisation. Sa déviation en solution alcoolique (alcool à 95°) a été trouvé de : $\alpha = -48° 32'$. Cette détermination a été faite au polarimètre Laurent, dans un tube de 20cm à la température de 15° C. La déviation trouvée était de 1° 56' pour 1gr d'alcaloïde, en solution dans 50cc d'alcool.

» L'ibogaïne s'oxyde facilement à l'air, en se colorant en jaune brun et paraissant se transformer en un composé incristallisable. Ses solutions salines sont précipitées en blanc par le réactif de Mayer, par le tannin (précipité soluble dans l'alcool), par le sublimé et par l'acide phosphoantimonique. L'iodure de potassium iodé donne un précipité rouge brun; l'iodure double de bismuth et de potassium, un précipité jaune d'or.

L'ibogaïne forme avec les acides sulfurique, nitrique, acétique, benzoïque, des sels neutres au papier de tournesol, mais incristallisables. Au contraire, le chlorhydrate cristallise parfaitement, surtout en solution acide.

» Nous poursuivons l'étude des autres propriétés chimiques de l'ibogaïne, sur lesquelles nous nous proposons de revenir.

» A l'analyse, la moyenne de cinq combustions nous a conduits à lui assigner la formule $C^{52} H^{66} Az^{6} O^{2}$.

Des expériences physiologiques, actuellement en cours, nous ont permis d'établir l'action énergique de l'ibogaïne; comme celle de l'Iboga, elle s'exerce particulièrement sur le système bulborachidien, produisant, à faible dose, une excitation particulière; à dose massive, des effets analogues à ceux qui sont dus à l'absorption de l'alcool en excès. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence du méthylal sur la végétation de quelques Algues d'eau douce.* Note de M. **Raoul Bouilhac**, présentée par M. Dehérain.

« Depuis longtemps Baeyer et Wurtz ont émis l'idée que les hydrates de carbone contenus dans les plantes proviennent de la condensation de l'aldéhyde formique.

» Margraft a trouvé de l'acide formique dans certaines plantes, et, plus tard, M. Maquenne a rencontré de l'alcool méthylique dans les feuilles de divers végétaux. Bokorny a vu de l'amidon apparaître dans des filaments de Spirogyre en contact avec une solution étendue de méthylal. J'ai montré depuis longtemps qu'une Algue, le Nostoc punctiforme, exposée à une lumière très atténuée, perdait la propriété de décomposer l'acide carbonique, mais pouvait néanmoins se développer, à la condition de trouver dans sa solution nutritive une matière organique, telle que le glucose. J'ai disposé de nouvelles cultures par le même procédé; mais avant de remplacer le glucose par l'aldéhyde formique, dont vraisemblablement il dérive, j'ai songé à utiliser le méthylal, moins nocif que l'aldéhyde.

» *Expérience n° 1.* — Culture de choux en présence du méthylal. L'espèce choisie fut le chou express. Après avoir fait germer des graines et cultivé les plantes obtenues pendant quelques jours en introduisant leurs racines dans des solutions nutritives pour leur donner le temps de se développer un peu, j'ai préparé plusieurs bouquets contenant huit choux. Chacun de ces bouquets fut enraciné dans un litre d'eau additionné de tous les sels indispensables à leur végétation. Quatre d'entre eux furent pris comme témoins : dans la solution nutritive des quatre bouquets qui restaient, j'ajoutai trois gouttes d'une solution de méthylal à 42 pour 100. Mes huit cultures furent placées dans une serre voisine du laboratoire et sous une table, de telle sorte qu'elles recevaient très peu de lumière. Mes plantes sont mortes les unes après les autres, mais les choux, qui avaient à leur disposition du méthylal, ont vécu huit ou dix jours de plus que ceux qui n'en avaient pas reçu.

» *Expérience n° 2.* — Au mois de mars 1901 j'ai préparé une solution nutritive dont j'ai donné la composition à propos de mes cultures de Nostoc punctiforme; toutefois, dans le cas présent, ma solution était additionnée de 1gr de nitrate de soude par litre. Je pris 4 matras de un litre, je versai un demi-litre de ma solution dans chacun d'eux et je les ensemençai tous avec un mélange d'Algues. Trois de ces matras me servirent de témoins; dans le quatrième j'ajoutai une goutte de méthylal. Ces quatre matras furent portés dans la serre et sous la table, de telle sorte que, comme les choux, ils étaient très peu éclairés. Plus tard, alors que dans mes matras témoins, aucune végétation n'apparaissait, je vis des Algues se développer dans celui dont la solution contenait du méthylal.

» En ajoutant à intervalles éloignés de nouvelles gouttes de méthylal, et une par une, j'obtins une belle culture d'Algues; un échantillon de ces plantes a été soumis à l'examen de M. Bornet, qui m'a transmis la Note suivante :

« *La presque totalité de la masse végétale est composée de Nostoc punctiforme en très bel état ; certaines parties sont fructifiées et l'on trouve des spores en germination. Une autre plante du même groupe est mêlée en petite quantité à la précédente. Ce sont des filaments plus fins, appartenant probablement au genre* Anabœna. *Çà et là j'ai aperçu quelques groupes de* Scenedesmus obtusus. »

» Je n'ai pas pesé la récolte, car je tenais à utiliser ces plantes pour des expériences nouvelles.

» *Expérience n*° 3. — Au mois de mai dernier, j'ai préparé 20 matras de culture; dans chacun de ces matras dont la capacité était d'un litre je versai un demi-litre de ma solution nutritive; trois de ces matras furent pris comme témoins et dans les 17 qui restaient j'ajoutai trois gouttes de méthylal à 42 pour 100. Je préparai encore 4 matras de trois litres dans lesquels je versai un litre de ma solution. Tous ces matras furent ensemencés avec des fragments d'Algues pris dans la culture mentionnée plus haut; après quoi ils furent placés dans la serre et sous la table dont j'ai déjà parlé; ils restèrent ainsi faiblement éclairés. Dans les matras témoins, les plantes ne végétèrent pas, comme je m'y attendais, du reste, après toutes les cultures que j'ai conduites de la même manière depuis plusieurs années.

» Dans les autres, au contraire, la végétation apparut. Pour l'entretenir, j'ajoutais à intervalles éloignés 2 ou 3 gouttes de méthylal; mais, auparavant, je me contentais de verser ces gouttes dans un seul matras, et comme il m'arrivait le lendemain de trouver la culture toute roussie, j'attendais huit ou quinze jours pour recommencer et quelquefois plus.

» Au mois d'octobre de cette année, j'ai mis fin à cette expérience au cours de laquelle j'ai perdu quatorze cultures. Les plantes 1 et 5 ont été soumises à l'examen de M. Bornet, dont la bienveillance est inépuisable.

» Le Tableau suivant résume mes résultats et indique les observations de M. Bornet.

Numéros des matras.	Poids de récoltes pesées à l'état sec.	Observations de M. Bornet.
	gr	
Matras témoins.......	néant	
Matras de 1^{lit} n° 1....	0,12	*Dans cette culture, l'*Anabœna *forme la masse principale, les Nostocs en voie de multiplication par hormogonies sont beaucoup moins abondants : les plantes sont en très bon état.*
» n° 2....	0,085	
» n° 3....	0,092	
» n° 4....	0,067	
» n° 5....	0,012	

Numéros des matras.	Poids de récoltes pesées à l'état sec.	Observations de M. Bornet.
Matras de 3lit nº 5....	gr 0,3	*Nostoc et* Anabœna *en quantités à peu près égales et tous deux en bel état de végétation. Les Nostocs consistent en hormogonies en voie de développement.*
» nº 6....	0,271	
» nº 7....	0,223	

» *Expérience nº 4.* — J'ai essayé de cultiver ces mêmes Algues à l'obscurité complète au moyen du méthylal : résultats nuls.

» De ces expériences se dégage la conclusion suivante : Le Nostoc et l'*Anabœna*, semés ensemble en solutions nutritives et exposés à des radiations lumineuses trop faibles pour décomposer l'acide carbonique, sont incapables de végéter sans avoir une matière organique à leur disposition ; dans ce cas, le méthylal peut être utilisé.

» Toutefois, une petite quantité de lumière reste toujours nécessaire, car à l'obscurité complète mes cultures ont échoué.

» Le méthylal étant une combinaison d'alcool méthylique et d'aldéhyde formique, je me propose de rechercher si une de ces deux matières organiques employée isolément ne serait pas susceptible de produire les mêmes effets. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur la formation de l'ovule et du sac embryonnaire dans les Araliacées et sur les modifications dont le tégument est le siège.* Note de M. L. DUCAMP, présentée par M. Gaston Bonnier.

« I. Les mamelons ovulaires prennent naissance à raison de deux pour chaque loge sur les bords du carpelle en s'enfonçant obliquement comme des dents ou des lobes de feuilles. L'un, ascendant, s'insinue dans la partie supérieure de la loge et avorte faute de place. L'autre descend dans la loge et continue son développement. Leur insertion toujours latérale varie suivant les genres. L'ovule descendant s'insère tantôt à droite, tantôt à gauche, quand l'ovaire compte plus de deux carpelles (*Aralia, Hedera, Fatsia, Meryta*, etc.). Dans les ovaires à deux carpelles (*Acanthopanax, Panax, De-*

larbrea), comme chez les Ombellifères ([1]), il y a une demi-cloison stérile et l'autre fertile.

» II. Le nucelle se différencie avant tout changement extérieur par trois ou quatre cellules sous-épidermiques. Les latérales se cloisonnent longitudinalement pour fournir les séries latérales du nucelle; la médiane grandit, devient *cellule privilégiée* ([2]), et amène un soulèvement conique situé un peu extérieurement au sommet du mamelon ovulaire.

» III. Le tégument se traduit dès le début dans le méristème par un cloisonnement longitudinal qui intéresse ensuite la cellule épidermique du bord du soulèvement. Le bourrelet tégumentaire est unilatéral et devient circulaire avant l'enveloppement complet du nucelle.

» IV. La cellule privilégiée ou cellule sous-épidermique donne la cellule apicale et la cellule subapicale.

» *a*. La cellule apicale reste indivise ou se divise transversalement et même longitudinalement.

» *b*. La cellule subapicale reste indivise et se différencie en cellule mère primordiale, ou elle se divise horizontalement et la dernière formée est la cellule mère primordiale.

» *c*. La cellule mère primordiale se divise en deux, puis l'inférieure en deux pour former une série de trois cellules dont la dernière est la cellule mère du sac embryonnaire.

» A ces règles presque toujours suivies chez toutes les espèces étudiées nous avons observé accidentellement les exceptions suivantes :

» 1° La cellule sous-épidermique s'est différenciée une fois en cellule mère primordiale (*Aralia spinosa*).

» 2° La cellule sous-épidermique différenciée en cellule primordiale a donné quatre cellules sœurs (*Aralia cachemirica*).

» 3° La cellule subapicale s'est divisée longitudinalement et les deux cellules primordiales formées ont produit deux séries axiles de deux cellules sœurs chacune (*Aralia racemosa*).

» 4° A côté de la série axile, une cellule latérale du nucelle s'est différenciée en cellule primordiale (*A. racemosa, Fatsia japonica*).

» 5° En dehors de la région axiale, deux séries longitudinales de deux cellules sœurs proviennent de la segmentation d'une cellule latérale (*Fatsia japonica*).

» 6° Trois séries de deux cellules-sœurs ont été rencontrées dans un ovule de *Fatsia japonica*.

([1]) Van Tieghem, *Structure de quelques ovules et parti qu'on en peut tirer pour améliorer la classification* (*Journal de Botanique*, p. 13-34; 1898).

([2]) Warming, *De l'ovule* (*Ann. des Sc. nat.*, 6e série, t. V; 1878).

» 7° La cellule primordiale a donné quatre cellules sœurs (neuf cas) (*A. racemosa, A. spinosa, A. cachemirica, Hedera Helix, Fatsia japonica*).

» 8° La cellule primordiale a produit quatre noyaux en file sans former les cloisons séparatives correspondantes (*A. cachemirica*).

» 9° Les cellules supérieures au sac se sont divisées longitudinalement (*A. racemosa*). Dans un autre cas la cellule contiguë au sac a divisé son noyau sans que la partition fût accompagnée de cloison (*A. racemosa*). Dans deux autres cas (*Fatsia japonica*), seule la seconde cellule de la série axile a subi une segmentation longitudinale. Cette exception rappelle les cas du *Phaseolus*, de l'*Erythrina*, des *Cercis* (1).

» 10° Dans un seul exemple la seconde cellule sœur est devenue sac embryonnaire; la dernière forme donc une anticline (2).

» Malgré toutes ces exceptions nous n'avons pas observé de nucelle avec deux sacs embryonnaires développés.

» La présence de plusieurs séries longitudinales de cellules sœurs apporte une nouvelle force à la théorie qui homologue l'ovule à un macrosporange, le tégument représentant l'indusie. Le dixième cas montre que toutes les cellules de la série axile peuvent donner le sac embryonnaire.

» V. Les partitions du sac embryonnaire suivent la loi générale donnée par Strasburger. La fusion des noyaux polaires se fait avant l'ouverture de la fleur et près du groupe supérieur.

» VI. Quand le sac embryonnaire est développé, le nucelle est résorbé dans ses parties supérieure et latérales et se trouve réduit à une petite colonne de quatre à cinq files cellulaires, dans laquelle plonge le cœcum inférieur du sac. Cette résorption est le résultat de la fonction diastasique que révèlent les cellules sœurs avant la formation du sac embryonnaire; ces cellules présentent, en effet, un protoplasme très dense et une capacité colorante énergique.

» VII. Une transformation semblable s'opère dans le tégument. Celui-ci se différencie en deux zones. La zone externe, occupant un tiers de l'épaisseur totale, perd un peu de son activité et présente sur sa limite intérieure des cellules cristalligènes avec macles d'oxalate de calcium. La zone interne se charge de matières protéiques, tandis que l'épiderme interne cutinise sa surface et se différencie en assise digestive. Si l'on admet que les lames

(1) GUIGNARD, *Embryogénie des Légumineuses* (*Annales des Sciences naturelles: Botanique*, 6e série, t. XII).

(2) VESQUE, *Développement du sac embryonnaire des Phanérogames angiospermes* (*Annales des Sciences naturelles*, 6e série, t. VI). *Nouvelles recherches*, t. VIII; 1879.

cutinisées sont peu favorables aux échanges osmotiques, il faut conclure que la nutrition du sac se fait principalement par la base du nucelle. Sous l'action diastasique de cette assise et par un processus de gélification, la zone interne forme une masse fluide qui est refoulée par le sac embryonnaire; quand elle est réduite à une lame mince, l'assise secrétrice subit le même phénomène; l'action s'est continuée aussi dans la zone externe, seuls l'épiderme et quelquefois l'assise sous-jacente ont été épargnés.

» VIII. A la maturité l'albumen est recouvert par une couche membraniforme représentant la zone interne du tégument, une lame cornée avec macles d'oxalate de calcium provenant de la zone externe et l'épiderme externe. Les couches supérieures sclérifiées, décrites par M. J. Godfrin dans le tégument séminal de l'*Aralia racemosa* [1], n'appartiennent pas au tégument ovulaire; elles dérivent de l'endocarpe. Cet endocarpe se différencie en trois assises : l'épiderme interne de la loge et les deux assises sous-jacentes.

» Dans les *Aralias*, les *Panax*, la première reste simple, mais la moyenne donne trois ou quatre rangées de fibres longitudinales et la plus externe cinq ou six séries de fibres transversales obliques. Tous ces éléments sont fortement sclérifiés. Aussi ce spermoderme forme une enveloppe protectrice solide. Dans les *Hedera*, le *Fatsia japonica*, les trois assises restent à une seule rangée de cellules sclérifiées et la protection est moins efficace. Cela tient à ce que la graine arrive à maturité après l'hiver. »

BOTANIQUE. — *Germination des spores de* Penicillium *sur l'eau*. Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Note récente, j'ai rappelé que la germination des spores de *Penicillium glaucum*, placées dans l'air humide, dépend plus de l'état hygrométrique que de la quantité absolue de vapeur d'eau par unité de volume d'air; cette germination est donc sous la dépendance plus immédiate du rapport de f à F; j'ai même avancé qu'elle serait encore plus immédiatement sous la dépendance du rapport de f à F'. Je réserve pour plus tard l'étude de cette dernière conception.

» Pour mettre en lumière la notion de dépendance de l'état hygromé-

(1) J. Godfrin, *Étude histologique sur les téguments séminaux chez les Angiospermes*, p. 59; 1880.

trique, j'ai institué trois catégories d'expériences dans lesquelles les spores se trouvaient dans autant de catégories de conditions différentes : 1° spores dans des atmosphères limitées reposant sur des solutions de NaCl différemment concentrées; 2° spores dans des atmosphères limitées, au repos, chargées, au début et à la même température, de vapeur d'eau au voisinage de la saturation pour cette température, puis portées à des températures différentes; 3° spores dans un même courant d'air humide, mais maintenues à des températures différentes (¹).

» Plus récemment encore, j'ai repris cette même notion en plaçant les spores dans un air alternativement humide et faisant varier la durée relative du passage de chaque courant sur les spores.

» En alimentant les deux courants : l'un par l'air du laboratoire (air relativement sec et empêchant la germination), l'autre par de l'air ayant traversé deux barboteurs à eau et chargé d'humidité au voisinage de la saturation (air suffisamment humide pour permettre la germination), je suis arrivé à ce résultat que, à égalité de durée de chaque passage, alternance régulière, la germination ne se fait pas ou, au moins, est fortement retardée. Bien plus, en variant la durée de passage de chaque courant, il m'a fallu donner à cette durée la valeur 11 pour l'air humide et la valeur 1 pour l'air sec avant d'arriver à la germination; alors seulement cette germination a pu se produire dans un temps voisin de celui qui était nécessaire à la germination normale, et encore il y avait un retard très appréciable sur la germination des spores gardées continuellement dans le courant d'air humide.

» Enfin, dans le passage en alternance régulière de deux courants d'air saturés, l'un à 25°, l'autre à 30°, sur des spores maintenues à 30°, il n'y a pas eu de germination ou, au moins, il y a eu un fort retard sur la germination normale aux deux températures (²).

» Dans toutes ces expériences, les spores étaient placées seulement dans l'air humide; j'ai cherché, depuis, à me rapprocher le plus possible du cas où les spores reposent sur l'eau afin de voir si la même notion d'état hygrométrique peut encore intervenir.

» Pour cela, je me suis confectionné des tubes de verre renflés dans leur partie moyenne; placés horizontalement, ils recevaient dans leur portion basse de l'eau sur laquelle je faisais surnager deux ou trois petits carrés de lamelle de mica, chaque carré

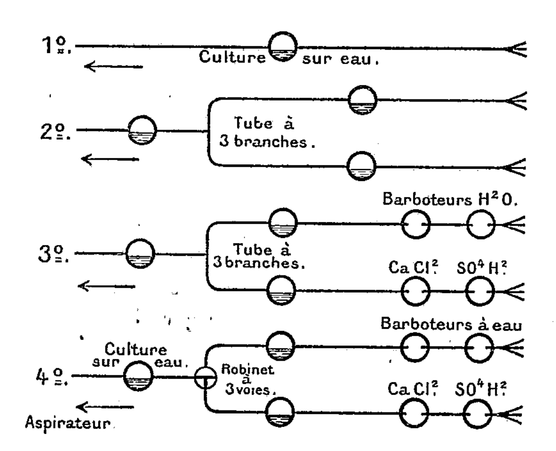
(¹) Pierre Lesage, *Germination des spores de* Penicillium *dans l'air humide* (*Comptes rendus*, 15 juillet 1901).

(²) Pierre Lesage, *Germination des spores de* Penicillium *dans l'air alternativement sec et humide* (*Congrès de l'Assoc. franç. pour l'avanc. des Sc.;* Ajaccio, séance du 11 septembre 1901).

portant une légère goutte de gélose sur laquelle avaient été déposées des spores. Ces tubes de verre étaient intercalés dans des circuits ou systèmes de canaux diversement disposés. Voici le principe des principales séries d'expériences et leurs résultats. Les numéros correspondent à ceux des schémas représentés dans la figure ci-dessous.

» 1° Dans un courant unique d'air relativement sec (air du laboratoire), la germination ne s'est pas produite sur les lamelles de mica longtemps après la germination normale; et cependant les spores pouvaient germer puisque, les lamelles étant mises à flotter en chambre humide, la germination s'était effectuée ultérieurement.

» 2° La vitesse du courant d'air relativement sec joue un certain rôle puisque, dans un système à trois voies où les vitesses étaient de 1 pour deux des canaux et de 2 pour le troisième canal, la germination s'étant produite après un certain laps de temps, on pouvait constater alors que cette germination avait été plus rapide dans les courants de vitesse 1 que dans le courant de vitesse 2.



» 3° La tension de la vapeur d'eau dans l'air des courants intervient aussi. En effet, dans un assemblage à trois voies parcourues, la première par de l'air sec, la seconde par de l'air presque saturé, la troisième par la superposition des deux premiers, on pouvait constater la non germination dans la première voie, la germination dans les deux autres voies, mais beaucoup plus rapide dans la seconde que dans la troisième;

» 4° Enfin, si dans le même assemblage on vient à faire alterner régulièrement dans la troisième voie les courants des deux premières, on constate encore non germination dans la première, germination dans la seconde, mais dans la troisième, au lieu de la germination du système précédent, on voit un commencement de dessiccation des spores. Par conséquent, des spores ne germent pas quand elles sont placées sur l'eau et frôlées par un courant d'air alternativement sec et saturé de vapeur d'eau. J'ai mesuré le débit moyen du courant de cette troisième voie en vidant un sac de caoutchouc rempli d'un volume d'air connu : la vitesse était sensiblement de 1^{lit} par minute. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Effets de la congélation sur le lait.* Note de MM. F. **Bordas** et **de Raczkowski**, présentée par M. Brouardel.

« Les nombreux essais de congélation effectués sur des solutions diverses de matières colorantes, d'acides, d'alcalis, de sels, d'alcaloïdes et d'essences, avaient permis à l'un de nous (¹) de constater qu'invariablement les matières en solution ou en suspension se concentraient vers le centre et à la base de la masse congelée.

» En faisant congeler des eaux impures comme celles de l'Ourcq ou de la Seine, on avait obtenu des blocs de glace dont le noyau central et la partie inférieure contiennent toutes les impuretés solubles et insolubles, tandis que la périphérie, absolument transparente, est constituée par de l'eau pure.

» Nous avons poursuivi ces expériences et étudié les effets produits par la congélation sur le lait.

» Le lait qui nous a servi présentait la composition suivante :

	Pour 100 cent. cubes.
Extrait à 100°	13,97
Cendres	0,83
Beurre	4,80
Lactose	4,60
Caséine (²)	3,72

» Ce lait contenu dans des bocaux de 2^{lit} a été abandonné pendant quarante-huit heures à la température de — 10°.

» Après congélation on pouvait distinguer quatre portions d'aspect bien différent.

» La *partie supérieure*, molle, semblait ne contenir que de la matière grasse.

» La *périphérie*, d'aspect feuilleté, était translucide.

» Le *centre* formait un véritable noyau blanc, constitué en majeure partie par de la caséine.

» Enfin, la *partie inférieure* paraissait être uniquement composée de caséine.

» Ces diverses parties ont été séparées aussi bien que possible et chacune d'elles a

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXX, n° 12.

(²) Nous désignons sous le nom de *caséine* les matières albuminoïdes représentant la différence entre les éléments dosés et l'extrait.

été abandonnée à la fusion lente. On a prélevé des volumes égaux qui ont fourni les résultats analytiques suivants.

» Pour 100cc du liquide de fusion :

	Périphérie.	Partie supérieure.	Partie centrale.	Partie inférieure.
Extrait..........	6,53	32,21	26,75	41,53
Cendres.........	0,46	0,61	2,10	2,78
Beurre..........	1,54	21,68	1,58	0,79
Lactose..........	2,81	3,52	10,64	18,65
Caséine..........	1,72	6,40	12,43	19,31

» On voit que la partie supérieure du bloc est presque exclusivement constituée par de la crème, tandis que le centre et la base contiennent peu de beurre et la majeure partie du lactose et de la caséine.

» Le beurre a donc gagné le haut de la masse sous la double influence de la poussée provoquée par la congélation et la faible densité des globules gras, tandis que les autres éléments : lactose, caséine et les sels, se sont rassemblés au centre et vers la partie inférieure.

» Il y a lieu de remarquer que la séparation des éléments entrant dans la composition du lait est loin de représenter la netteté que l'un de nous a constatée dans les essais pratiqués avec de l'eau chargée de sels.

» Les faibles quantités de matières grasses et de matières albuminoïdes qui recouvrent les cristaux de glace empêchent ceux-ci de se souder entre eux; il en résulte que la masse congelée est opaque et a l'aspect feuilleté.

» Ce que nous venons de dire se rapporte aussi aux cendres, lesquelles sont presque exclusivement composées de phosphate de chaux.

» Quant au lactose, qui devrait en tant que substance soluble se rassembler intégralement vers le centre et la base du bloc, nous espérons donner prochainement la raison pour laquelle il ne se conduit pas ainsi. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations séculaires du magnétisme terrestre.* Note de M. V. Raulin, présentée par M. Mascart.

« Le 18 juin 1866, j'ai adressé à l'Académie, dans un paquet cacheté (n° 2336), les principaux passages d'un long Mémoire qui a été imprimé à la fin de l'année. Je concluais que l'hypothèse d'une rotation du pôle magnétique boréal autour du pôle terrestre, sur la parallèle de 70°, explique et coordonne tous les faits observés en Europe et dans le bassin de l'Atlantique; cette rotation devrait avoir une durée de 600 ans.

» En 1866 j'avançais ce qui suit dans mon Mémoire :

» Pour la *déclinaison*, les observations commencées en 1541, mais plutôt en 1580, à Paris, ont été faites presque chaque année à partir de 1654; aussi cette série est-elle la plus longue et la plus complète qui existe. L'aiguille a marché vers l'ouest jusqu'en 1814, époque à laquelle a commencé son mouvement rétrograde vers l'est. Cette série de 286 ans comprend trois phases : une première de 85 ans (1580-1664) dans l'est du méridien de Paris, décroissante, de 11°30′ à 0°; une moyenne de 150 ans (1664-1814) dans l'ouest, croissante de 0°, ligne sans déclinaison, à 22°,34′, ligne de plus forte déclinaison; une dernière de 51 ans (1814-1865) dans l'ouest, décroissante de 22°34′ à 18°33′. Paris, en 1664, était donc sur une ligne sans déclinaison, plaçant le pôle magnétique sur son méridien 0°. En 1830, Ross a trouvé le pôle à l'île Boothia-Félix par 99°7′. En admettant la régularité du déplacement, il était en 1814 par 87°30′, on peut dire au quart de la circonférence terrestre. En 1814 aussi la déclinaison était à son maximum. Les 150 ans de 1664 à 1814 forment ainsi une phase occidentale, complète, accomplie pendant la progression du pôle d'un quart de la circonférence terrestre. Elle doit donc être considérée comme l'une des quatre phases égales en durée d'un cycle magnétique qui aurait une durée de 600 ans.

» Pour l'*inclinaison*, les observations commencées un siècle plus tard indiquent 75° en 1671. Arago la fixait à 68°36′ en 1814; elle était de 67°40′ en 1830 et de 65°58′ en 1865. Elle a donc constamment décru dans l'ouest et sa phase, qui a déjà une durée de 195 ans, n'est pas terminée.

» D'après l'hypothèse bien fondée de la rotation du pôle magnétique, la déclinaison à Paris a dû croître de 1664 à 1814 et décroître de 1814 à 1866 (ce qui s'est réalisé) et jusqu'en 1964, ce qui ferait 300 ans, la seconde moitié occidentale du cycle. Pendant la première moitié orientale, elle devrait croître de 1964 à 2114 et décroître de 2114 à 2264 pour revenir à 0°. L'inclinaison, de son maximum connu pour 1671, doit décroître dans l'ouest jusqu'en 1814, puis en 1865 (ce qui s'est réalisé) enfin jusqu'à l'arrivée du pôle sur le méridien de Paris en 2264. Elle a diminué de 6°24′ pendant la phase complète de déclinaison croissante, et diminuera peut-être d'une quantité égale pendant la phase décroissante suivante, en complétant la deuxième moitié au méridien de Paris, ce qui la porterait à 62°12′; mais elle ne sera probablement pas aussi réduite.

» En 1901, les 35 années d'observations faites de 1865 à 1900 ont-elles confirmé ou infirmé mes prévisions? En 1840, déjà un Américain J. Lathrop, après 26 années de rétrogradation, avait cru pouvoir annoncer une période de 700 ans. La continuation de cette marche, qui était alors une probabilité, était devenue un fait accompli en 1866. Depuis, la diminution a continué : pour la déclinaison, d'une marche de plus en plus accélérée, et pour l'inclinaison, d'une marche de plus en plus ralentie; marches sinon réelles,

apparentes comme le comporte pour Paris l'hypothèse de la rotation du pôle magnétique; ce qui n'était qu'une probabilité en 1866 a donc acquis le caractère d'une certitude absolue 35 ans après, en 1901.

» La marche décroissante de la déclinaison a été aussi régulière, pendant 77 ans après 1814, que l'avait été sa marche croissante pendant les 78 années précédentes. En effet, la déclinaison, qui était passée de 15°40′ en 1736 à 22°34′ en 1814, avec une différence de 6°54′, était redescendue à 15°35′, pendant le même laps de temps, de 1814 à 1891, avec une différence de 6°59′. Il y a là une régularité, une précision bien remarquables.

» Si, au bout de 78 ans, la déclinaison est devenue ce qu'elle était 77 ans auparavant, il paraît logique d'admettre que, 73 ans plus tard, en 1964, elle se retrouvera ce qu'elle était 72 ans auparavant, en 1664, c'est-à-dire nulle.

» Quant au pôle magnétique, 71 ans après 1830, en 1901, il devrait être par 141°7′ ouest, soit au delà de l'embouchure de la rivière Mackensie; mais, malgré l'appel de M. Peslin en 1866, aucune observation n'a été faite dans ces hautes latitudes.

» Quant à l'inclinaison, qui décroît depuis 230 ans (1671), n'est-il pas probable qu'elle continuera de décroître au moins encore pendant 64 ans jusqu'en 1964, complétant ainsi une phase unique décroissante de 300 ans, de même durée et parallèle à deux de la déclinaison, l'une croissante et l'autre décroissante, comme le veut l'hypothèse de la rotation?

» Il semble qu'il serait fort difficile, pour expliquer ces divers effets, d'avoir recours à une hypothèse plus simple et plus satisfaisante que celle d'un *corps fusiforme* probablement ferrugineux, magnétique à l'égal d'un barreau aimanté, dont les extrémités aboutissent aux pôles magnétiques actuels de la Terre. Quant au déplacement nécessaire pour expliquer celui de tout le système magnétique superficiel du globe vers l'ouest, il suffirait d'admettre que le corps fusiforme et probablement le noyau fluide interne de la Terre sont entraînés un peu moins rapidement que l'écorce consolidée externe, dans le mouvement de rotation diurne de l'est à l'ouest, d'une quantité qui serait $\frac{1}{600}$ de la vitesse de l'écorce terrestre à ses diverses latitudes.

» La confirmation des probabilités émises en 1840 et en 1866 pour la fin du XIXe siècle ne pourrait-elle pas suffire pour transformer l'hypothèse de la rotation du pôle magnétique en *quasi-certitude* et donner une certaine valeur à celles subséquentes, pour le XXe, au moins jusqu'en 1964.

» Et qui pourrait contradictoirement assurer que, à partir de 1964, la

déclinaison et l'inclinaison, qui avaient marché jusque-là dans l'ouest du méridien de Paris, ne reprendront pas une marche dans l'est, ainsi que cela avait lieu depuis la naissance des observations en 1541 jusqu'en 1664, c'est-à-dire pendant 123 ans, et que, en 2264, elles ne seront pas revenues dans la situation de 1664, complétant ainsi le cycle de 600 ans? »

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Expériences d'aéronautique maritime.* Note de M. H. **Hervé**, présentée par M. Cailletet.

« Les recherches expérimentales que nous avons poursuivies depuis 1885, dans le but de rendre accessibles sans témérité aux aérostats les vastes étendues de la mer, ont porté sur quatre points principaux, constituant les bases de l'aéronautique maritime telle que nous l'avons conçue à l'origine de nos travaux :

» 1° L'*équilibre dépendant*, c'est-à-dire au moyen d'organes en contact temporaire ou permanent avec la mer;

» 2° La *dirigeabilité partielle* dépendante, obtenue dans les mêmes conditions et limitée sensiblement à la moitié de l'horizon;

» 3° L'*équilibre indépendant*, réalisé à toute altitude requise, sans communication avec la surface liquide;

» 4° L'*application* des trois méthodes précédentes aux systèmes à dirigeabilité complète et indépendante.

» Le matériel que nous avons imaginé pour résoudre ces quatre termes du problème général comporte autant de parties distinctes et dont l'expérimentation s'impose dans l'ordre indiqué, sous peine de conduire à des catastrophes.

» Il serait funeste, en effet, de conseiller, *dans les conditions particulièrement rigoureuses des expéditions aéro-maritimes*, l'essai des méthodes de dirigeabilité et d'équilibre indépendants, sans avoir assuré la sécurité par la réalisation des fonctions dépendantes. Enfin les trois premières phases sont susceptibles d'être accomplies par de simples aérostats sphériques dépourvus de moteurs. Cette considération est importante, car de longtemps encore les aérostats dirigeables ne seront en mesure, par leur nature même, d'entreprendre des voyages aériens au long cours.

» Il n'existait, avant notre première expérience effectuée en 1886 sur la mer du Nord, aucun matériel efficace de navigation aéro-maritime. L'em-

ploi que nous fîmes, dès cette époque, d'organes extrêmement intensifs d'équilibre, appelés *stabilisateurs*, celui d'engins aquatiques de propulsion appelés *déviateurs*, la séparation complète des fonctions : résistance et équilibre, la prise d'eau de mer à toute allure et avec le minimum de travail au moyen du *compensateur*, enfin de profondes modifications apportées aux diverses parties du matériel habituel : suspension, gréement, forme, etc., firent du *National* le prototype sommaire des ballons maritimes. Ceux-ci, toujours en mesure de trouver la sécurité sur les stabilisateurs intensifs qui leur procurent à la surface de la mer le plan d'équilibre dont ils étaient privés, aptes à évoluer par temps maniable dans un secteur atteignant déjà le tiers de l'horizon, pouvaient dès lors recevoir dans des conditions favorables l'application des méthodes d'équilibre indépendant.

» Des expériences confirmatives s'imposaient toutefois, mais leur prix trop élevé ne nous permit pas de les poursuivre. Il fallut pour cela l'initiative de MM. le comte de La Vaulx et le comte de Castillon de Saint-Victor, aéronautes consommés, auxquels M. le lieutenant de vaisseau Tapissier apporta l'appui de sa compétence spéciale, et qui entreprirent de donner à la navigation aéro-maritime une énergique impulsion, choisirent pour champ d'expériences la Méditerranée et voulurent bien nous confier l'établissement du matériel.

» Le Tableau suivant permettra de comparer les conditions et les résultats des deux voyages du *National* et du *Méditerranéen* :

	Ballons.	
	Le *National*.	Le *Méditerranéen*.
Date de l'expérience	12-13 sept. 1886	12-14 oct. 1901
Capacité	1200^{mc}	3100^{mc}
Gaz	d'éclairage, spécial	hydrogène
Poids ascensionnel initial	864^{kg}	2600^{kg}
Forme	à cône d'écoulement	sphérique
Stabilisateur : type	funiculaire flexible	articulé continu
» poids	80^{kg}	600^{kg}
» intensité	8	120
Déviateur : type lamellaire	*a maxima*	*a minima*
Déviateur : angle limite	65°	40°
Organes de manœuvre	palans	treuils cannelés
Cordages de manœuvre	tresses carrées	tresses imperméables
Compensateur : type	hydraulique direct	»
Compensateur . capacité	80^{dc}	»

	Ballons.	
	Le *National.*	Le *Méditerranéen.*
Frein hydronautique	funiculaire	série de cônes
Guide-rope : poids	12^{kg}	47^{kg}
Nacelle	ordinaire	à magasin
Suspension	articulée	articulée
Altitude moyenne	8^m	3^m
Écart des températures extrêmes	$15°,5$	$8°$
Perte par vingt-quatre heures	environ 3 pour 100	environ 3,5 pour 100
Parcours kilométrique	280	250
Vitesse moyenne du ballon	$3^m,17$	$1^m,70$
Vitesse maxima du vent relatif	»	$3^m,80$
Vitesse maxima du vent absolu	7^m environ	6^m environ
Durée du voyage	24^h30^m	41^h05^m

» Le déviateur du *National* (parti de Boulogne-sur-Mer) lui permit d'atterrir à Yarmouth, alors que le vent tendait à l'entraîner dans l'axe de la mer du Nord; celui du *Méditerranéen* (parti de Toulon) l'empêcha d'atterrir près de Marseille, où le vent le conduisait, et lui permit de prolonger son voyage jusqu'au fond du golfe du Lion.

» Le *point* put être constamment relevé avec exactitude par M. le lieutenant de vaisseau Tapissier.

» On a pu voir que, par rapport aux conditions de force ascensionnelle et de plénitude normales, il manquait environ 700^{kg} au départ, défaut de sustentation imputable en partie au remplissage incomplet de l'aérostat, en partie à la mauvaise qualité du gaz. Il en est résulté qu'une fraction importante du matériel de sécurité, d'équilibre et de direction dut être laissée à terre. Or ce matériel avait été composé de manière à permettre une instructive comparaison entre les engins employés à bord du *National* et les types nouveaux, des mêmes genres, spécialement établis pour le *Méditerranéen*. Nous avons cru devoir choisir les instruments nouveaux, tels que le stabilisateur articulé et le déviateur *a minima*, à l'exclusion des stabilisateurs flexibles du déviateur *a maxima*, du compensateur, etc. Cette composition attribuait en outre, comme il convenait, une importance prépondérante aux moyens d'équilibre, mais en restreignant, par le choix du déviateur, celle des moyens de direction.

» Le nouvel essai réalisé par le *Méditerranéen* a confirmé les espérances qu'avait fait naître celui du *National*. Il reste acquis : 1° que la sécurité des voyages aéro-maritimes, jusque-là si souvent meurtriers, est assurée par l'emploi des méthodes de stabilisation dépendante; 2° que la dirigeabilité partielle peut s'effectuer efficacement dans un secteur de 80° à 120° suivant le type d'engin déviateur adopté.

» Le troisième terme du problème : l'équilibre indépendant, pourra désormais être abordé sans témérité, en même temps que les deux premiers

seront l'objet d'études complémentaires dans les diverses conditions de cette navigation très particulière à laquelle l'expédition de M. de La Vaulx, féconde en résultats, aura donné l'essor. »

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 28 octobre 1901.)

Note de M. *Guyou* accompagnant la présentation de la *Connaissance des Temps pour* 1904 :

Page 676, ligne 15, *au lieu de* des étoiles, *lisez* des lieux terrestres.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 NOVEMBRE 1901,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Le **Comité du Cinquantenaire Berthelot** invite l'Académie à se faire représenter à la cérémonie de la remise de la Médaille qui aura lieu le dimanche 24 novembre, à 10h du matin, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, sous la présidence de M. le Président de la République.

Les Présidents du Sénat et de la Chambre, le Président du Conseil, le Ministre de l'Instruction publique et les Membres du Gouvernement ont promis d'assister à la cérémonie et de s'asssocier à l'hommage qui sera rendu à M. Berthelot.

Tous les Membres de l'Académie recevront des invitations individuelles.

L'Académie, sur la proposition du Président, décide qu'elle sera représentée en outre par son bureau.

M. le **Président** donne lecture d'une dépêche que M. *Janssen* a adressée, de Meudon, à l'Académie :

« Je reçois un télégramme de la mission envoyée au Caire pour l'observation de l'éclipse du 11 novembre. M. de la Baume-Pluvinel a photographié, sur ma demande, le spectre des rayons solaires rasant le bord de la Lune et n'a pas constaté la moindre absorption décelant une atmosphère; M. Pasteur a obtenu de grandes photographies solaires avec granulations. En somme, succès. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle méthode de manipulation des gaz liquéfiés en tubes scellés.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Depuis quelques années, nous avons eu l'occasion de faire un assez grand nombre de réactions au moyen de gaz liquéfiés, et nous pensons qu'il est utile d'indiquer quelques-unes des précautions que nécessitent ces expériences.

» On sait que la question de la liquéfaction des gaz, dont l'étude a été reprise à partir des importantes recherches de notre confrère M. Cailletet, est entrée aujourd'hui dans une voie véritablement industrielle.

» Nous manions maintenant avec facilité l'acide carbonique solide et l'air liquide ; il est vraisemblable que, dans peu de temps, les belles expériences de M. Dewar sur la liquéfaction de l'hydrogène pourront être réalisées dans la plupart des laboratoires. Il nous sera possible de parcourir ainsi une gamme de températures très étendue, depuis la température du four électrique, 3500°, jusqu'à celle de l'ébullition de l'hydrogène liquide, — 225°.

» Lorsque nous avons exécuté, en collaboration avec M. Dewar, dans le beau laboratoire de la *Royal Institution*, nos recherches sur la liquéfaction du fluor, nous avons utilisé couramment, pour l'obtention des températures de — 80°, l'évaporation lente d'un mélange d'acide carbonique solide dans l'alcool éthylique [1].

---

[1] On sait depuis longtemps que, d'après les indications de Faraday et de Thilorier, on peut employer un mélange d'éther et d'acide carbonique solide pour obtenir ces basses températures. Cette manipulation n'est devenue pratique dans les laboratoires que depuis la préparation industrielle de l'acide carbonique liquide. En 1888, MM. Cailletet et Colardeau ont publié dans nos *Comptes rendus* une Note sur l'étude des mélanges réfrigérants obtenus avec l'acide carbonique solide et ils ont atteint les températures suivantes : éther éthylique, — 77°; chlorure de méthyle, — 82°; acide

» Voulant appliquer ce procédé aux nombreuses manipulations d'un laboratoire de Chimie, nous avons cherché tout d'abord quel était le liquide qui nous permettait de dissoudre l'acide carbonique solide en plus grande quantité et, par conséquent, d'obtenir un froid plus intense. Nous indiquerons rapidement quelques-unes des expériences qui ont été faites à ce sujet. Le mélange d'acide carbonique solide et de liquide était placé dans un vase à espace annulaire vide d'air pour que la perte par rayonnement fût aussi petite que possible. Pour activer l'évaporation, on faisait traverser le mélange par un courant d'air rapide. Ce gaz avait été séché au préalable par son passage dans deux grands flacons de dix litres, dont le premier contenait des fragments de ponce imbibés d'acide sulfurique et le second de gros morceaux de chlorure de calcium poreux. En employant l'air à la température ordinaire du laboratoire, c'est-à-dire à + 18°, on obtient avec l'alcool éthylique et l'alcool méthylique une température constante de — 85°.

» Avec l'acide carbonique solide et le chlorure de méthyle ou bien l'aldéhyde éthylique, la température s'abaisse à — 90°. L'éther acétique saturé d'acide carbonique solide, avec lequel il paraît former une combinaison, descend à — 95°. Enfin, l'acétone, qui dissout une quantité d'anhydride beaucoup plus grande, prend une température de — 98°.

» Pour cette raison, nous donnons toujours, dans le laboratoire, la préférence au mélange d'acétone et d'anhydride carbonique.

» Lorsque l'on a besoin d'atteindre une température plus basse, on peut l'obtenir facilement en refroidissant l'air sec qui active l'évaporation du mélange réfrigérant. Pour cela on fait passer cet air dans un serpentin métallique au milieu d'un premier mélange d'acétone et d'anhydride carbonique maintenu à la température de — 80°. L'air froid arrivant alors dans le second mélange d'acétone et d'anhydride en excès peut abaisser sa température jusqu'à — 110°.

» Pour les températures plus basses, il faut employer l'air liquide, ou mieux l'oxygène liquide. On obtient ainsi, et d'une façon constante, une température de — 182°,5. S'il était besoin de températures moins élevées on peut utiliser l'ébullition de l'oxygène ou celle de l'air liquide sous pression réduite.

---

sulfureux, — 82°; éther acétamylique, —78°; trichlorure de phosphore, —76°; alcool absolu, — 72°, et liqueur des Hollandais, —60°. En faisant le vide sur ces mélanges ainsi que Faraday l'avait conseillé, ils ont obtenu avec le chlorure de méthyle une température de — 106°.

» Lorsque l'on veut faire réagir un gaz liquéfié sur un solide, on peut utiliser la pression qu'il fournit à la température ordinaire si son point critique est assez élevé pour le maintenir liquide dans un tube de verre scellé.

» La difficulté consiste seulement à sceller le tube contenant le gaz liquéfié. Pour tourner cette difficulté il suffit de refroidir le tube suffisamment pour faire passer tout le corps liquide à l'état solide. Dans ces nouvelles conditions, on peut faire le vide dans le tube contenant le gaz solidifié au moyen d'une trompe à mercure et sceller ensuite le verre avec facilité. Avec quelque habitude et en laissant une épaisseur de verre assez grande dans la partie effilée, on obtient des tubes pouvant résister à des pressions de 200^{atm} à 300^{atm}.

» Pour ces expériences, nous employons couramment des tubes en cristal de 10^{mm} de diamètre extérieur et de 6^{mm} de diamètre intérieur. Nous avons maintenu dans ces tubes, pendant des années, soit de l'ammoniac, soit du chlore, soit de l'hydrogène sulfuré liquides.

» Si les pressions doivent être plus fortes, nous utilisons des tubes de 7^{mm} de diamètre extérieur et de 3^{mm} de diamètre intérieur. Nous conservons dans de semblables tubes scellés et dans les mêmes conditions, de l'acétylène liquide et de l'acide iodhydrique liquide. Cette méthode s'applique très bien dans le laboratoire à la conservation des gaz secs et purs.

» Enfin, lorsque la pression doit s'élever jusqu'à 300^{atm}, nous employons des tubes n'ayant plus que $1^{mm},5$ de diamètre intérieur et 6^{mm} dé diamètre extérieur.

» Nous rappellerons à ce sujet les expériences que nous avons faites sur le sulfammonium, sur l'action de l'iode en présence de l'ammoniac, ou sur l'action de l'acétylène liquide sur les métaux alcalins.

» Lorsque l'on solidifie de l'acétylène, on remarque que ce corps prend très facilement l'état cristallin. Sorti du tube de verre, cet acétylène solide peut être allumé en un point, et il brûle alors avec une flamme fuligineuse comme un morceau de camphre ou de benzine solide.

» C'est en appliquant ces méthodes que, dans notre laboratoire, M. Defacqz a pu étudier l'action de l'acide iodhydrique liquide sur certains chlorures métalliques, et que M. Lebeau a pu poursuivre ses recherches sur l'action des métaux alcalins en présence de l'hydrogène arsénié liquide.

» Lorsque l'expérience est terminée, l'étude des produits de la réaction est très facile. Il suffit de refroidir le tube pour solidifier tous les gaz qui s'y trouvent et de disposer l'extrémité effilée du tube en communication

avec une pompe ou une trompe à mercure. On casse ensuite la pointe de verre du tube scellé, puis, en laissant lentement s'élever la température de l'appareil, on peut fractionner les différents corps gazeux et liquides qui se sont produits. Les corps non volatils à la température ordinaire restent au fond du tube. Avant de casser la pointe du tube refroidi, il est utile de s'assurer par une expérience préliminaire que tous les gaz sont solidifiés.

» Certaines précautions doivent toujours être prises dans ces expériences; en particulier, on doit avoir des gaz aussi purs que possible et, surtout, il faut éviter toute trace d'humidité. Nous ajouterons que toutes les réactions dans lesquelles l'hydrogène peut être mis en liberté ne peuvent pas être étudiées par cette méthode. La pression à l'intérieur du tube de verre devient trop forte et les tubes éclatent. Enfin, si l'on évitait l'explosion, il faudrait pousser le refroidissement, dans ce cas, jusqu'à la solidification de l'hydrogène, ce qui actuellement est assez difficile.

» Du reste, dans ces conditions, la réalisation de ces expériences dans le verre devient à peu près impossible. En effet, lorsque l'on soumet un tube de cristal à la température d'ébullition de l'oxygène, il se trempe et se brise souvent en revenant à la température ordinaire. Cette propriété complique singulièrement les expériences entreprises au-dessous de — 200°. On peut éviter en partie cette difficulté en laissant les tubes revenir très lentement à la température ordinaire et en les maintenant pendant plusieurs heures à des températures intermédiaires de — 110° et de — 50°.

» Nous ferons remarquer, en terminant cette Note, que ces manipulations sont toujours dangereuses et que l'on doit prendre de grandes précautions dans le maniement des tubes de verre renfermant des gaz et des liquides sous des pressions élevées. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des métaux ammonium sur l'hydrogène sulfuré.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Dans une Note précédente, nous avons indiqué que, par l'électrolyse des sels ammoniacaux dans l'ammoniac liquéfié, ou par l'action des métaux ammonium sur le chlorhydrate d'ammoniaque, on recueillait de l'ammoniac et de l'hydrogène libre sans pouvoir isoler l'ammonium.

» A la suite de ces expériences, nous avons fait réagir les métaux ammonium sur l'hydrogène sulfuré, espérant qu'il se produirait une double

réaction avec formation de sulfure métallique et d'ammonium. Le calcium ammonium en particulier, à cause de sa valence, semblait se prêter très bien à cette réaction.

» Nos premiers essais ont porté sur le lithium-ammonium. L'expérience, un peu délicate, parce que l'on doit éviter avec soin toute trace d'humidité, peut se faire cependant dans un appareil très simple. Trois tubes verticaux de verre de 50^{cm} de longueur contenaient : l'un l'ammoniac liquéfié au contact de fragments de potasse, le second de l'hydrogène sulfuré maintenu liquide par un abaissement de température suffisant, au contact de chlorure de calcium anhydre, et enfin le troisième du fil de lithium absolument brillant. Ces trois tubes verticaux étaient mis en communication avec un tube horizontal fermé à l'une de ses extrémités et dont l'autre extrémité était reliée à une pompe à mercure, de façon à pouvoir faire le vide dans l'appareil et en même temps recueillir les gaz. Les tubes verticaux à hydrogène sulfuré liquide et à lithium portaient un robinet à trois voies à leur partie supérieure.

» Au moyen de la pompe à mercure, on faisait tout d'abord le vide sur le lithium qui avait été pesé au préalable. Pendant cette opération, le tube à hydrogène sulfuré et le tube à ammoniac étaient maintenus à une température constante de — 80°. On fermait ensuite le robinet du tube à lithium et l'on faisait le vide dans le tube qui contenait de l'ammoniac solide. Le tube à lithium était ensuite refroidi, puis mis en communication avec le tube à ammoniac. On laissait alors ce dernier s'échauffer lentement; l'ammoniac se liquéfiait et ne tardait pas à distiller dans le tube à lithium. Il se faisait ainsi du lithium-ammonium à l'abri de l'oxygène et de l'humidité.

» Lorsque tout le lithium était entré en solution en présence d'un excès d'ammoniac, on laissait se dégager par la pompe à mercure l'ammoniac du troisième tube. Puis au moyen de la même pompe on enlevait lentement l'excès d'ammoniac du tube à lithium-ammonium jusqu'à l'apparition d'un petit anneau de métal libre. On fermait alors la communication du tube à lithium-ammonium avec la pompe. On refroidissait ensuite le tube à hydrogène sulfuré à —90°, de façon à solidifier ce composé, puis on faisait le vide au-dessus.

» Les deux tubes contenant le lithium-ammonium et l'hydrogène sulfuré refroidi à — 80° étaient ensuite mis en communication l'un avec l'autre.

» En laissant la température s'élever lentement dans le tube qui contenait l'hydrogène sulfuré liquéfié, ce composé ne tardait pas à distiller et

à venir se condenser sur le lithium-ammonium. On apercevait alors nettement l'hydrogène sulfuré liquéfié au milieu d'un étui de lithium-ammonium solide.

» Dès qu'on laisse la température s'élever de quelques degrés, il se produit une attaque bien nette. Des points blancs se forment le long de la gaine bleue de lithium-ammonium et au-dessus de chaque point il se dégage un chapelet de fines bulles gazeuses.

» Aussitôt que la réaction est commencée, elle se poursuit lentement à cause du peu de solubilité apparente du composé sulfuré du lithium. Cependant elle est continue et finalement tout le lithium-ammonium est décomposé. Pendant toute la durée de l'expérience, des bulles de gaz se dégagent et traversent l'excès d'hydrogène sulfuré liquide. Aussitôt que la décomposition du lithium-ammonium est complète, le dégagement gazeux s'arrête.

» Nous avons eu le soin, dès le début de la réaction, de recueillir les gaz sur la petite cuve de la pompe à mercure. Et lorsque la décomposition est complète, on réunit le gaz des différentes éprouvettes après avoir fait le vide dans le tube à lithium. On traite la totalité de ce gaz par une solution alcaline pour absorber l'excès d'hydrogène sulfuré, puis on mesure le gaz restant. Une analyse eudiométrique nous a montré que ce gaz était de l'hydrogène pur.

» Nous étions partis, dans cette expérience, d'un poids de lithium déterminé, $0^{gr},032$; nous avons mesuré finalement le volume d'hydrogène dégagé, qui était de $47^{cc},8$. La quantité théorique d'hydrogène devait être de $51^{cc},3$. Du poids de matière mis en réaction nous avons conclu que cette décomposition était représentée par l'équation suivante :

$$(AzH^3Li)^2 + H^2S = Li^2S + 2AzH^3 + H^2;$$

nous nous sommes assurés ensuite que la transformation du lithium-ammonium en sulfure était complète.

» Une deuxième expérience a été faite avec $0^{gr},031$ de lithium : elle nous a donné $47^{cc},9$; la théorie indiquait $49^{cc},4$.

» En résumé, à une température comprise entre $-75°$ et $-70°$, l'hydrogène sulfuré liquide réagit sur le lithium-ammonium, fournit du sulfure de lithium, de l'ammoniac et de l'hydrogène libre. La molécule $(AzH^4)^n$, si elle se produit dans cette réaction, n'a pas de stabilité à cette basse température et elle se dédouble en ammoniac et en hydrogène.

Nous avons alors fait réagir l'hydrogène sulfuré liquide sur le calcium-

ammonium et, à la température d'ébullition de l'hydrogène sulfuré — 73°, la même décomposition s'est produite. Il s'est formé du sulfure de calcium et il s'est dégagé de l'hydrogène. D'après le poids de calcium pesé avant l'expérience, $0^{gr},0476$, et le volume d'hydrogène recueilli, $25^{cc},87$, la réaction est représentée par la formule suivante (1) :

$$(AzH^3)^4Ca, 2AzH^3 + H^2S = CaS + 6AzH^3 + H^2.$$

» La quantité théorique d'hydrogène pour le poids de calcium mis en expérience était de $26^{cc},7$.

» Il nous était impossible de poursuivre ces expériences à une température plus basse, l'ammoniac étant solide à — 75°.

» L'hydrogène sulfuré liquide réagit donc à — 73° sur le lithium ammonium et le calcium ammonium avec dégagement d'ammoniac et d'hydrogène.

» L'ammonium, qui d'ailleurs ne représente qu'une conception théorique destinée à unifier quelques formules, ne semble pas exister, d'après nos réactions chimiques, à la température de — 73° en présence de l'hydrogène sulfuré liquide. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine de l'amidon du grain de blé.* Note de MM. **P.-P. Dehérain** et **C. Dupont**.

« Quand on suit le développement du blé pendant toute la durée de sa végétation, on reconnaît que les deux principes essentiels du grain, la matière azotée et l'amidon, se forment à des époques différentes.

» La matière azotée est presque complètement élaborée au moment où commence la maturation. Isidore Pierre a constaté, en 1864, que l'azote des albuminoïdes contenus dans la récolte d'un hectare, s'élevant à $89^{kg},95$ le 22 juin, ne pesait plus que $84^{kg},59$ le 6 juillet et $78^{kg},58$ le 28 juillet; loin de s'accroître pendant les dernières semaines, la matière azotée a diminué, sans doute par chute des organes qui la renfermaient (2). On a trouvé à Grignon, dans la médiocre récolte de blé de 1881, 62^{kg} d'azote à l'hectare le 13 juin, encore 62^{kg} le 16 juillet et 64^{kg} le 23 au moment de la moisson (3).

(1) En présence d'un excès d'ammoniac, le calcium ammonium $(AzH^3)^4Ca$ fournit le composé $(AzH^3)^4Ca, 2AzH^3$.

(2) *Recherches expérimentales sur le développement du blé* (1866).

(3) *Annuaire agronomique*, t. VIII, p. 23.

MM. Berthelot et André ont constaté plus récemment que la quantité d'azote contenue dans un pied de blé restait constante du 2 juin au 6 juillet ([1]).

» Si la matière azotée n'augmente pas dans la plante entière, elle s'y déplace constamment; l'analyse séparée des divers organes permet de suivre l'ascension de l'azote des feuilles du bas aux feuilles supérieures, il arrive ensuite dans les tiges pour finir par se concentrer dans le grain; la matière première du gluten est donc élaborée pendant la première partie de la vie du blé.

» Il n'en est plus ainsi pour l'amidon : on ne voit à aucun moment de la végétation des réserves amylacées se produire dans les feuilles de blé comme il s'en fait dans celles des pommes de terre, du tabac, de la vigne, etc.; on ne peut pas non plus constater la présence de réserves solubles, et cependant très vite pendant les dernières semaines l'amidon s'accumule dans les grains; en calculant pour un hectare, Isidore Pierre dosa 651^{kg} le 6 juillet, 1171^{kg} le 15 et 1738^{kg} le 25 au moment de la moisson; on a trouvé à Grignon, pour la mauvaise récolte de 1881, 54^{kg} d'amidon à l'hectare le 13 juin, 1031^{kg} le 16 juillet et 1220^{kg} le 23 ([2]).

» Puisqu'il n'existe pas dans le blé de réserves d'hydrates de carbone, l'amidon du grain doit provenir d'une élaboration de matière nouvelle; mais ici se présente cette difficulté, qu'en juillet les parties du blé encore vertes sont singulièrement restreintes; les feuilles du bas sont complètement desséchées, celles du haut le sont partiellement; en réalité, il ne reste plus guère de vivantes que les folioles des épillets et le haut des tiges, et nous avons cherché si ces organes étaient encore capables de décomposer l'acide carbonique aérien et de former des hydrates de carbone.

» Au mois de juillet dernier, on a coupé dans un champ de blé les épis dont les folioles étaient blanc verdâtre, puis le haut des tiges bien vertes, jusqu'à $0^{m},09$ au-dessous de l'épi, et l'on a introduit ces organes séparément dans des cloches dont l'atmosphère avait été enrichie d'acide carbonique; après quelque temps, on a prélevé un peu du gaz des cloches fermées par du mercure surmonté d'une mince couche d'eau pour protéger les organes chlorophylliens contre l'influence nocive des vapeurs mercurielles; on a exposé au soleil, puis on a procédé de nouveau aux analyses; on a obtenu les résultats suivants :

([1]) *Chimie végétale et agricole,* t. II, p. 259.

([2]) Dehérain, *Traité de Chimie agricole*, 2e édition, p. 335.

Décomposition de l'acide carbonique par les épis ou le haut des tiges de blé exposés au soleil.

	Épis.							
Numéros des expériences....	1.		2.		3.		4.	
Durée de l'exposition au soleil :	2 heures.		3 heures.		5 heures.		7 heures.	
	Avant l'insolation.	Après l'insolation.	Avant l'insolation.	Après l'insolation.	Avant l'insolation.	Après l'insolation.	Avant l'insolation.	Après l'insolation.
Composition centésimale des gaz :								
Acide carbonique........	8,4	10,8	10,7	10,1	7,3	6,5	8,2	12,3
Oxygène..............	19,0	15,2	18,5	17,5	19,2	20,6	19,1	15,0
Azote.............	72,6	74,0	70,8	72,4	72,9	72,4	72,4	72,7

» Une autre expérience, exécutée au Muséum, a encore conduit aux mêmes résultats; les folioles des épillets au moment de la prise d'échantillons sont donc complètement incapables de décomposer l'acide carbonique aérien, et, malgré l'intensité de l'éclairage, on a simplement assisté à un phénomène de respiration.

» Il n'en a plus été ainsi pour le haut des tiges; on a obtenu, en effet, les nombres suivants :

	Haut des tiges.			
Numéros des expériences.	1.		2.	
Durée de l'insolation............	5 heures.		5 heures.	
	Avant l'insolation.	Après l'insolation.	Avant l'insolation.	Après l'insolation.
Composition centésimale des gaz :				
Acide carbonique...........	10,2	0,0	7,08	1,4
Oxygène..................	18,1	27,9	19,50	25,0
Azote....................	71,7	72,1	73,42	73,6

» Le haut des tiges est donc encore capable de décomposer l'acide carbonique, et il est probable que ce sont les tiges qui élaborent l'amidon; pour nous en assurer nous avons exécuté l'expérience suivante :

» On a coupé les épis d'un certain nombre de pieds de blé, le 19 juillet à 8^h du matin, et, le 20 juillet, on a récolté les tiges ainsi mutilées, et en même temps on a prélevé un nombre de tiges égal encore munies de leurs épis, que l'on a séparés pour ne soumettre à l'analyse que les tiges. On a brusquement desséché ces tiges sectionnées à 15^{cm} de l'épi, qu'elles proviennent des pieds intacts ou mutilés; après dessiccation on a réduit en poudre au moulin, puis on a dosé, d'une part, les hydrates de carbone

solubles, de l'autre ceux qui n'ont été dissous qu'à la suite de l'action de l'extrait de malt à 60°, prolongée jusqu'au moment où 5gr d'amidon placés comme témoins avaient été complètement transformés; après action d'acide chlorhydrique étendu agissant à l'ébullition sur les liquides filtrés, on a trouvé les nombres inscrits au Tableau suivant, qui renferment, en outre, les poids des matières azotées dosées sur d'autres échantillons.

Hydrates de carbone et matières azotées contenus dans 100 *de matière sèche.*

	Tiges dont les épis ont été enlevés.	Tiges ayant conservé leurs épis.
Sucre réducteur	1,33	1,40
Amidon, dextrine, sucres non réducteurs calculés en glucose	4,61	0,23
Matières azotées	9,18	9,10

» Ces nombres sont très instructifs; ils montrent d'abord que la matière azotée contenue dans le haut des tiges y a persisté; elle n'a pas pu se solubiliser et pénétrer dans l'épi, car elle est en quantités égales dans les tiges intactes et dans les tiges sans épis; il en est de même pour les hydrates de carbone solubles, mais tout autrement pour ceux qui ont été dissous par la diastase; ils sont beaucoup plus abondants dans les tiges sans épis que dans celles qui les ont conservés. Les échantillons ayant été pris dans un champ homogène, ayant été soumis pendant le même temps, au même éclairage, ont dû élaborer la même quantité d'hydrates de carbone, et, comme leur somme pour les tiges sans épis est 5,94 pour 100 de matière sèche et seulement de 1,63 pour 100 de tiges à épis, on est convaincu que la différence, c'est-à-dire 4,631, a émigré vers les épis pour s'y concréter sous forme d'amidon.

» Il est curieux de constater que les tiges remplissent dans le blé une fonction dévolue aux feuilles dans les autres espèces, et que ce soit tardivement, quand celles-ci ont déjà perdu leur vitalité, que les tiges les suppléent et restent aptes à élaborer le principe qui contribue à donner au blé sa valeur alimentaire.

» Cette production tardive d'amidon ne peut avoir lieu que si les tiges restent vertes; si elles sont prématurément desséchées par une insolation trop puissante, la récolte est diminuée par une formation insuffisante d'amidon. Les récoltes de 1888 et de 1889 nous fournissent, en effet, un

bon exemple de l'influence des saisons sur l'abondance des récoltes et la composition du grain.

» En 1888, à Grignon, nous avons eu un été pluvieux; on a moissonné au milieu d'août, et cette maturation tardive a été extrêmement favorable à la terre un peu sèche du champ d'expériences; on a obtenu, cette annéelà, sur les meilleures parcelles la valeur de 60^{hl}, rendement qu'on n'avait pas encore obtenu et qu'on n'a pas revu depuis. Le grain bien constitué renfermait 12,60 de gluten et 77,2 d'amidon. En 1889, au contraire, le mois de juillet a été brûlant, la maturation précipitée, on a moissonné trois semaines plus tôt qu'en 1888; le grain renfermait 15,3 pour 100 de gluten et seulement 61,9 d'amidon. Si l'on calcule la quantité de matières azotées contenues dans les deux récoltes, on les trouve à peu près semblables; mais en 1889 la quantité d'amidon produite à l'hectare a été beaucoup moindre, et le poids de la récolte s'en est ressenti.

Rendement et composition du grain au champ d'expériences de Grignon (calculés à l'hectare).

	Blé à épi carré Scholley	
	1888.	1889.
Poids du grain............	3445 kg.	2922 kg.
Matières azotées...........	439	447
Amidon..................	2689	1808

» Si, en 1889, le rapport de l'amidon au gluten avait été le même qu'en 1888, la récolte eût été plus forte, car la quantité de matières azotées élaborées en 1889 surpasse légèrement celle de 1888. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'absence de déplacement électrique lors du mouvement d'une masse d'air dans un champ magnétique.* Note de M. **R. Blondlot.**

« Les théories que Hertz, d'une part, et H.-A. Lorentz, d'autre part, ont données de l'Électrodynamique pour les corps en mouvement affirment l'une et l'autre que, lorsque dans un champ magnétique on fait mouvoir une masse isolante normalement aux lignes de force du champ, il se produit dans cette masse un déplacement analogue à celui dont Faraday et Maxwell admettent l'existence dans le diélectrique d'un condensateur. Toutefois, ces deux théories ne lui assignent pas la même valeur : le dé-

placement, d'après Lorentz, est égal au déplacement d'après Hertz multiplié par le facteur $\frac{K - K_0}{K}$, où K représente le pouvoir inducteur spécifique du diélectrique en mouvement, et K_0 celui du vide ([1]). Il résulte de là que, d'après Lorentz, lorsque le diélectrique en mouvement est de l'air, le déplacement doit être nul, au lieu d'avoir une longueur finie, comme l'indique la théorie de Hertz. On voit par là que l'étude expérimentale du déplacement dans le cas de l'air donne le moyen de décider entre les deux théories : c'est ce qui m'a engagé à l'entreprendre.

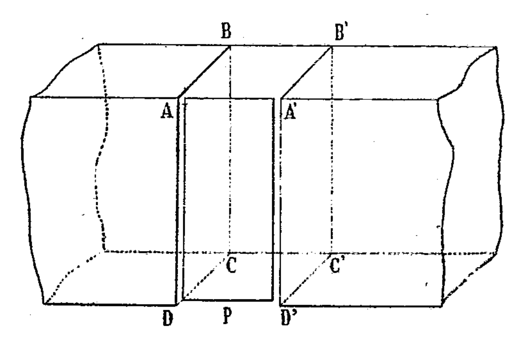
» Afin de décrire plus aisément la méthode que j'ai employée, je me servirai d'un système de coordonnées rectangulaires dont l'axe OZ sera supposé vertical. Un champ magnétique uniforme a ses lignes de force dirigées parallèlement à OX et dans le même sens; d'autre part, un courant d'air est lancé dans ce champ dans la direction et le sens de OZ.

» D'après la *règle de Fleming*, il résulte de ce mouvement une force électromotrice dirigée dans la direction et le sens des y négatifs. Imaginons maintenant que l'on ait disposé dans le champ un condensateur formé de deux plaques métalliques parallèles à XOZ, et reliées entre elles par un fil de métal. Si l'air en mouvement qui constitue le diélectrique de ce condensateur est le siège d'un déplacement électrique, chaque section du fil de jonction aura été traversée par une quantité d'électricité égale au déplacement, et les armatures seront chargées, l'une positivement, l'autre négativement, bien qu'elles soient au même potentiel. Si l'on vient alors à rompre la communication entre ces armatures, elles resteront chargées l'une et l'autre; ce sont ces charges dont je me suis proposé de contrôler l'existence.

» Voici comment j'ai disposé l'expérience. Le champ est produit par un électro-aimant du modèle P. Weiss, dont les surfaces polaires en regard sont des rectangles ABCD et A'B'C'D' ayant $2^{cm},8$ de hauteur et 1^{cm} de largeur; la distance de ces surfaces polaires est $1^{cm},4$. L'une des armatures du condensateur est formée d'une plaque rectangulaire en laiton CBB'C', soudée aux pièces polaires et communiquant avec le sol; l'autre armature est une plaque rectangulaire P en laiton, plus étroite de $0^{cm},1$ que la première, et disposée de manière à remplir le rectangle ADD'A', sans toutefois toucher les pièces polaires; cette armature est isolée et maintenue en place à l'aide d'un manche en paraffine, non représenté

(1) H. Poincaré, *Électricité et Optique*, 2e édition, p. 499.

sur la figure. Les faces polaires de l'électro-aimant et les armatures du condensateur laissent ainsi entre elles un espace vide en forme de parallélépipède rectangle : c'est dans cette sorte de tube vertical que le courant



d'air est lancé de bas en haut. Ce courant d'air est produit par la détente d'une masse d'air comprimé à $2^{atm},2$ dans un réservoir de 12^{lit}; l'air était préalablement parfaitement desséché, puis filtré à travers une colonne de ouate. Un tube gros et court, muni d'un robinet à large ouverture, sert à amener au-dessous de l'ouverture D C C′D′ le courant d'air produit par la détente. Celle-ci s'obtient en ouvrant subitement le robinet, puis le refermant aussitôt; au moment de l'ouverture maxima du robinet, un ressort métallique, qui jusque-là faisait communiquer l'armature P avec l'autre, est écarté par la clef du robinet et reste écarté.

» Connaissant l'aire de l'orifice, qui est $1^{cmq},5$, la chute de pression, qui était d'environ 0,3 atmosphère, et la durée de l'ouverture du robinet, qui était d'environ $0^s,11$, on peut calculer approximativement la vitesse du courant d'air au moment où se produit l'isolement de l'armature P; cette vitesse fut trouvée comprise entre 14000 et 15000 cent. $sec.^{-1}$. L'intensité du champ magnétique était un peu supérieure à 10000 unités C.G.S. Si l'on prend pour ce champ la valeur 10000, et pour la vitesse la valeur 14000, la force électromotrice induite entre les armatures est

$$1,4 \times 10^8 \text{ unités C.G.S.},$$

c'est-à-dire sensiblement la force électromotrice d'un élément Leclanché. La charge acquise par l'armature P doit donc, d'après Hertz, être la même, au moins, que si l'on chargeait le condensateur à l'aide d'un Leclanché. Pour déceler cette charge, j'ai employé la méthode décrite par moi dans une Note récente (¹); dans cette Note, j'ai rapporté que la charge de la

(¹) Blondlot, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 717; 1901.

plaque P obtenue à l'aide d'un Leclanché dans les conditions ci-dessus correspond en moyenne à 23^{mm} de la règle. Or, ayant répété l'expérience d'insufflation plusieurs centaines de fois, je n'ai jamais obtenu que des déviations de $\pm 3^{mm}$ ou $\pm 4^{mm}$ au plus, c'est-à-dire de l'ordre de ce que peuvent produire des causes accidentelles. Voici en particulier les résultats d'une série de quarante expériences que j'ai exécutées en dernier lieu, avec toutes les précautions que m'avaient suggérées cinq mois de travaux sur ce sujet; *n* était pris égal à 15, et le potentiel du plateau auxiliaire était maintenu par une pile de quatre éléments Leclanché :

» 1° Dans vingt de ces expériences, le sens de l'aimantation étant tel que P devait, selon Hertz, se charger négativement, j'ai obtenu comme moyenne $+ 2^{mm},90$, tandis que la plaque P, chargée par le Leclanché, donnait en moyenne $- 19^{mm},8$.

» 2° Le sens de l'aimantation ayant été renversé, j'ai obtenu, pour vingt expériences d'insufflation, une déviation moyenne de $- 3^{mm},7$, tandis que la charge par le Leclanché donnait $+ 27^{mm},5$ (¹).

» En résumé, la conclusion invariable de toutes mes expériences est que, dans l'air, le déplacement n'existe pas, ce qui est contraire à la théorie de Hertz sur l'Électrodynamique des corps en mouvement, mais conforme à celle de H.-A. Lorentz.

» Si j'ai pu mener à bonne fin ces longues et délicates expériences, c'est grâce à l'aide de l'habile et dévoué mécanicien attaché à la Faculté des Sciences de Nancy, M. L. Virtz : je lui adresse ici mes sincères remercîments. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Willot adresse une lettre relative aux expériences qu'il a faites à Marcelcave et à Villers-Bretonneux sur la destruction du Nématode de la betterave.

(Commissaires : MM. Gautier, Perrier, Carnot, Prillieux, Chatin.)

(¹) Le fonctionnement de l'électromètre présentait une certaine dissymétrie relativement aux signes des charges, ce qui tient à ce que l'aiguille est en aluminium, tandis que les plateaux fixes sont en cuivre. Cette dissymétrie n'est, du reste, aucunement gênante.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats pour la Chaire de Mécanique appliquée laissée vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers par le décès de M. *Hirsch*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **R. Blanchard**, M. **Léon Vaillant** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante dans la Section d'Anatomie et Zoologie par le décès de M. *de Lacaze-Duthiers*.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles rationnelles.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

« Dans de précédentes Communications ([1]) nous avons montré que les équations différentielles rationnelles d'ordre k ne pouvaient admettre comme solutions des séries de la forme

$$\varphi = \frac{\theta_1}{x^{\psi_1}} + \ldots + \frac{\theta_n}{x^{\psi_n}} + \ldots,$$

1° quand ψ_n croît suffisamment vite; 2° pour certaines catégories de ces équations différentielles quand ψ_n et θ_n satisfont à certaines conditions de croissance ou de décroissance.

» Des résultats analogues peuvent s'obtenir pour les séries de polynomes et les fractions continues, et l'on peut énoncer les théorèmes suivants :

» Théorème I. — *Soit la série illimitée*

$$(1) \qquad \varphi = P_0 + \frac{R_1}{Q_1} + \frac{R_2}{Q_1 Q_2} + \ldots + \frac{R_n}{Q_1 Q_2 \ldots Q_n} + \ldots,$$

$P_0, R_1, R_2, \ldots, R_n, \ldots, Q_1, Q_2, \ldots, Q_n$ *étant des polynomes entiers en x de*

([1]) *Comptes rendus*, 25 février et 11 mars 1901.

degrés $p_0, r_1, r_2, \ldots, r_n \ldots, q_1, q_2, \ldots, q_n \ldots$ *respectivement, avec* $r_1 < q_1$, $r_2 < q_2, \ldots, r_n < q_n, \ldots$, *les zéros de* $Q_1, Q_2, \ldots, Q_n, \ldots$ *ayant leurs modules limités. Si* φ *est solution d'une équation différentielle rationnelle en* x, $y, \frac{dy}{dx}, \ldots, \frac{d^k y}{dx^k}$, *on doit avoir, dès que* n *est assez grand,*

$$q_{n+1} \leqq (q_1 + q_2 + \ldots + q_n)\varpi + r_{n+1} + \delta_1$$

(ϖ *entier qui ne dépend que de* k *et des exposants de* $y, y', \ldots, y^{(k)}$ *dans l'équation en question,* δ_1 *entier fini*).

» En particulier :

» φ *ne peut être solution d'une pareille équation quand* $q_n = n!\,(1 + \eta)$ *avec* $0 \leqq \eta \leqq 1$, $r_n = n!\,\eta'$ ($\lim \eta' = 0$ *pour* $n = \infty$).

» On voit ainsi qu'il existe une infinité de fonctions, parmi lesquelles au moins les fonctions algébriques et celles définies par les équations différentielles rationnelles, qui, développées sous la forme (1) aux environs du point $x = \infty$ ([1]), ne peuvent être telles que le terme de rang $n+1$ dans (1) soit, par rapport au terme précédent, d'un ordre de petitesse supérieur à une certaine limite fonction des degrés des dénominateurs des termes précédents, quels que soient $Q_1, Q_2, \ldots, Q_n, \ldots$. C'est là un fait aussi remarquable que la propriété correspondante pour les nombres algébriques ou certains nombres transcendants ([2]).

» Théorème II. — *La fraction continue illimitée*

$$\psi = R_0 + \cfrac{1}{R_1 + \cfrac{1}{R_2 + \ldots}}$$

où $R_0, R_1, R_2, \ldots$ *sont des polynomes en* x *de degrés* $r_0, r_1, r_2, \ldots$, *respectivement, ne peut être solution d'une équation différentielle rationnelle d'ordre* k *que si*

$$q_n + r_n \leqq (q_1 + q_2 + \ldots + q_n)\varpi,$$

ϖ *étant un entier positif qui ne dépend que de* k *et des exposants de* y, $y', \ldots, y^{(k)}$ *dans l'équation en question, et* $q_1, q_2, \ldots, q_n, \ldots$ *les degrés des dénominateurs des réduites successives.*

([1]) Des raisonnements analogues sont applicables aux environs d'un point quelconque $x = x_0$.

([2]) *Voir* notre Communication du 15 avril 1901.

» En particulier :

» 1° *On ne peut avoir* $r_n = n!(1+\tau_i)$, $(0 \leqq \tau_i \leqq 1)$.

» 2° ψ *ne peut être* ([1]) *une fonction algébrique que si*

$$r_n \leqq i_0(q_n - 2) + \delta_1,$$

i_0 *étant le degré de* ψ, δ_1 *une constante finie.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le nombre de racines communes à plusieurs équations.* Note de M. **A. Davidoglou**, présentée par M. Picard.

« Le but de cette Note est de donner une intégrale faisant connaître le *nombre exact* de racines d'un système d'équations

$$\begin{aligned} f_1(x_1, x_2, \ldots, x_n) &= 0, \\ f_2(x_1, \ldots, \ldots, x_n) &= 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots&\ldots\ldots, \\ f_{n+1}(x_1, \ldots, \ldots, x_n) &= 0, \end{aligned}$$

en nombre $n+1$ et à *n inconnues*, les racines considérées étant celles qui sont situées à l'intérieur d'une surface fermée à $n-1$ dimensions, dans l'espace à n dimensions.

» De cette formule nous déduirons, comme on le verra immédiatement, les intégrales de M. Picard ainsi que des nouvelles intégrales permettant d'étudier le nombre de racines multiples communes à *n équations à n inconnues.*

» Bornons-nous, pour simplifier l'écriture, au cas de $n = 2$. Soient

$$(1) \qquad f(x,y) = 0, \qquad \varphi(x,y) = 0, \qquad \psi(x,y) = 0$$

les trois équations considérées et A une aire du plan des xy limitée par un contour C. Nous supposerons les fonctions f, φ et ψ telles qu'on puisse les développer en séries convergentes de Taylor dans le voisinage de chaque point racine. Posons

$$\Delta = \begin{vmatrix} f & \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} \\ \varphi & \frac{\partial \varphi}{\partial x} & \frac{\partial \varphi}{\partial y} \\ \psi & \frac{\partial \psi}{\partial x} & \frac{\partial \psi}{\partial y} \end{vmatrix}; \qquad \Delta_1 = \begin{vmatrix} f & \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} \\ \varphi & \frac{\partial \varphi}{\partial x} & \frac{\partial \varphi}{\partial y} \\ \delta & \frac{\partial \delta}{\partial x} & \frac{\partial \delta}{\partial y} \end{vmatrix},$$

([1]) Ce résultat a déjà été indiqué par nous dans une des Communications précitées.

où nous avons posé

$$\delta = \frac{D(f, \varphi)}{D(x, y)}.$$

» Ce déterminant fonctionnel sera essentiellement supposé différent de zéro en chaque point racine commune.

» Cela étant, je démontre que *le nombre* I *de racines communes aux équations* (1) *contenues dans l'aire* A *est donné par l'intégrale*

$$(2) \quad \mathrm{I} = \frac{1}{4\pi} \lim_{\varepsilon=0} \int\int_{A} \left\{ \frac{\varepsilon^2 \Delta_1 + \Delta}{[f^2 + \varphi^2 + (\psi + \varepsilon^2 D)^2]^{\frac{3}{2}}} + \frac{\varepsilon^2 \Delta_1 - \Delta}{[f^2 + \varphi^2 + (\psi - \varepsilon^2 D)^2]^{\frac{3}{2}}} \right\} dx\, dy.$$

» Dans le cas de $n = 1$, *le nombre exact de racines communes aux deux équations*

$$f(x) = 0,$$
$$\varphi(x) = 0$$

comprises entre a et b sera donné par l'intégrale

$$(3) \quad \mathrm{I} = -\frac{1}{2\pi} \lim_{\varepsilon=0} \int_a^b \left[\frac{f\varphi' - \varphi f' + \varepsilon^2(ff'' - f'^2)}{f^2 + (\varphi + \varepsilon^2 f')^2} - \frac{f\varphi' - \varphi f' + \varepsilon^2(ff'' - f'^2)}{f^2 + (\varphi - \varepsilon^2 f')^2} \right] dx.$$

» Remarquons que dans les égalités (2) et (3), pour $\varepsilon = 0$, tous les éléments de l'intégrale sont nuls, sauf ceux qui correspondent aux racines communes et qui se présentent sous forme indéterminée.

» Si dans (2) et (3) on fait respectivement $\psi = 0$ et $\varphi = 0$, on retrouve les intégrales de M. Picard [1]. Mais la démonstration du théorème énoncé plus haut permet d'identifier deux quelconques des fonctions f_1, $f_2, \ldots, f_{n+1}$ et dans ce cas aussi l'on doit retrouver ces intégrales. Vérifions-le pour le cas de $n = 1$. Faisons donc dans (2) $f \equiv \varphi$; il viendra pour le nombre I de racines simples [2] :

$$\mathrm{I} = -\frac{1}{2\pi} \lim_{\varepsilon=0} \int_a^b \varepsilon^2(ff'' - f'^2) \left[\frac{1}{f^2 + (f + \varepsilon^2 f')^2} + \frac{1}{f^2 + (f - \varepsilon^2 f')^2} \right] dx,$$

ou encore

$$\mathrm{I} = -\frac{1}{2\pi} \lim_{\varepsilon=0} \int_a^b d\left[\operatorname{arc\,tang}\left(\varepsilon^2 \frac{f'}{f} + 1\right) + \operatorname{arc\,tang}\left(\varepsilon^2 \frac{f'}{f} - 1\right) \right],$$

---

(1) Voir Picard, *Mémoire sur les racines*, etc. (*Journal de Math.*; 1892).

(2) Pour $n = 1$ aussi on suppose $f'(x) \neq 0$ aux points racines.

et la valeur de I coïncide évidemment avec celle donnée par l'intégrale de M. Picard.

» Me réservant de revenir plus longuement sur cette question, je vais indiquer rapidement quelques résultats intéressants et qu'on tire toujours du théorème fondamental.

» Supposons que l'équation

$$f(x) = 0$$

puisse admettre des racines doubles dans l'intervalle ab. On suppose donc $f''(x) \neq 0$ en tout point racine double. Le *nombre exact de ces racines doubles* sera donné par l'intégrale

$$I = -\frac{1}{2\pi} \lim_{\varepsilon=0} \int_a^b \left[\frac{f'^2 - ff'' + \varepsilon^2(f'f''' - f''^2)}{f'^2 + (f + \varepsilon^2 f'')^2} - \frac{f'^2 - ff'' - \varepsilon^2(f'f''' - f''^2)}{f'^2 + (f - \varepsilon^2 f'')^2} \right] dx.$$

» De même, pour le cas de $n = 2$, supposons qu'il existe des points-racines où $\delta = \frac{\partial f}{\partial x}\frac{\partial \varphi}{\partial y} - \frac{\partial f}{\partial y}\frac{\partial \varphi}{\partial x} = 0$. Nous supposerons, *de plus*, qu'en tout point-racine où $\delta = 0$ l'un des deux déterminants fonctionnels $\frac{D(f, \delta)}{D(x, y)}$, $\frac{D(\varphi, \delta)}{D(x, y)}$, soit $\frac{D(f, \delta)}{D(x, y)} = \delta_1$, est différent de zéro. Le nombre des racines communes considérées sera donné par l'intégrale

$$I = \frac{1}{4\pi} \lim_{\varepsilon=0} \iint_A \left\{ \frac{\varepsilon^2 \Delta^{(1)} + \Delta^{(0)}}{[f^2 + \delta^2 + (\varphi + \varepsilon^2 \delta_1)^2]^{\frac{3}{2}}} + \frac{\varepsilon^2 \Delta^{(1)} - \Delta^{(0)}}{[f^2 + \delta^2 + (\varphi - \varepsilon^2 \delta_1)^2]^{\frac{3}{2}}} \right\} dx\, dy,$$

où

$$\Delta^{(0)} = -\begin{vmatrix} f & \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} \\ \varphi & \frac{\partial \varphi}{\partial x} & \frac{\partial \varphi}{\partial y} \\ \delta & \frac{\partial \delta}{\partial x} & \frac{\partial \delta}{\partial y} \end{vmatrix}, \qquad \Delta^{(1)} = \begin{vmatrix} f & \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} \\ \delta & \frac{\partial \delta}{\partial x} & \frac{\partial \delta}{\partial y} \\ \delta_1 & \frac{\partial \delta_1}{\partial x} & \frac{\partial \delta_1}{\partial y} \end{vmatrix}. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Méthode nouvelle pour l'étude de la parole et des courants microphoniques*. Note de M. **A. Blondel**, présentée par M. A. Cornu.

« Je me propose d'indiquer une méthode nouvelle et indirecte qui, sans prétendre à remplacer les méthodes classiques, peut permettre d'en con-

trôler les résultats par comparaison et surtout de suivre les transformations des vibrations sonores en oscillations électriques par l'intermédiaire du microphone et d'un circuit renforçateur.

» En perfectionnant les *Oscillographes* que j'ai imaginés en 1893 ([1]), j'ai pu établir, avec l'habile concours de M. Dobkévitch, comme constructeur, des oscillographes bifilaires donnant des déviations de plusieurs millimètres (jusqu'à 5 à la fréquence de 5000) par milliampère ([2]). D'autre part, l'étude de l'arc chantant (par MM. Simon en Allemagne, et Duddell en Angleterre) a montré le moyen d'amplifier les courants microphoniques par la résonance électrique. M. Léonard ayant bien voulu mettre à ma disposition, pour y adapter l'oscillographe, une installation de ce genre qu'il avait réalisée ([3]), j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie quelques courbes-types, relevées avec sa collaboration et celle de M. Dobkévitch.

» Le dispositif de résonance comprenait l'emploi de trois circuits avec transformateurs élévateur et réducteur, et condensateur (ce dernier était réglé pour le maximum de sonorité et de précision). A en juger par la pureté des sons de l'arc, on peut admettre que la force électromotrice, dans le troisième circuit, reproduit très sensiblement les vibrations naturelles de la voix.

» L'oscillographe a été branché en dérivation aux bornes secondaires du second transformateur, et l'on a inscrit (en tracé instantané) les courbes correspondant aux voyelles *a, e, i, o* chantées, autant que possible, sur la note la_3 (*fig.* 1).

» Ces courbes, reproduites ici par la photogravure, qui a élargi un peu les traits, sur un seul et même cliché, ont été en réalité inscrites séparément sur autant de glaces différentes, chacune en même temps qu'un tracé chronographique dont la courbe D donne un échantillon, relevé avec la courbe *a*. Ce tracé était fourni par un second oscillographe recevant un courant pris en dérivation sur l'étincelle de rupture d'un électro-diapason ordinaire.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 748.

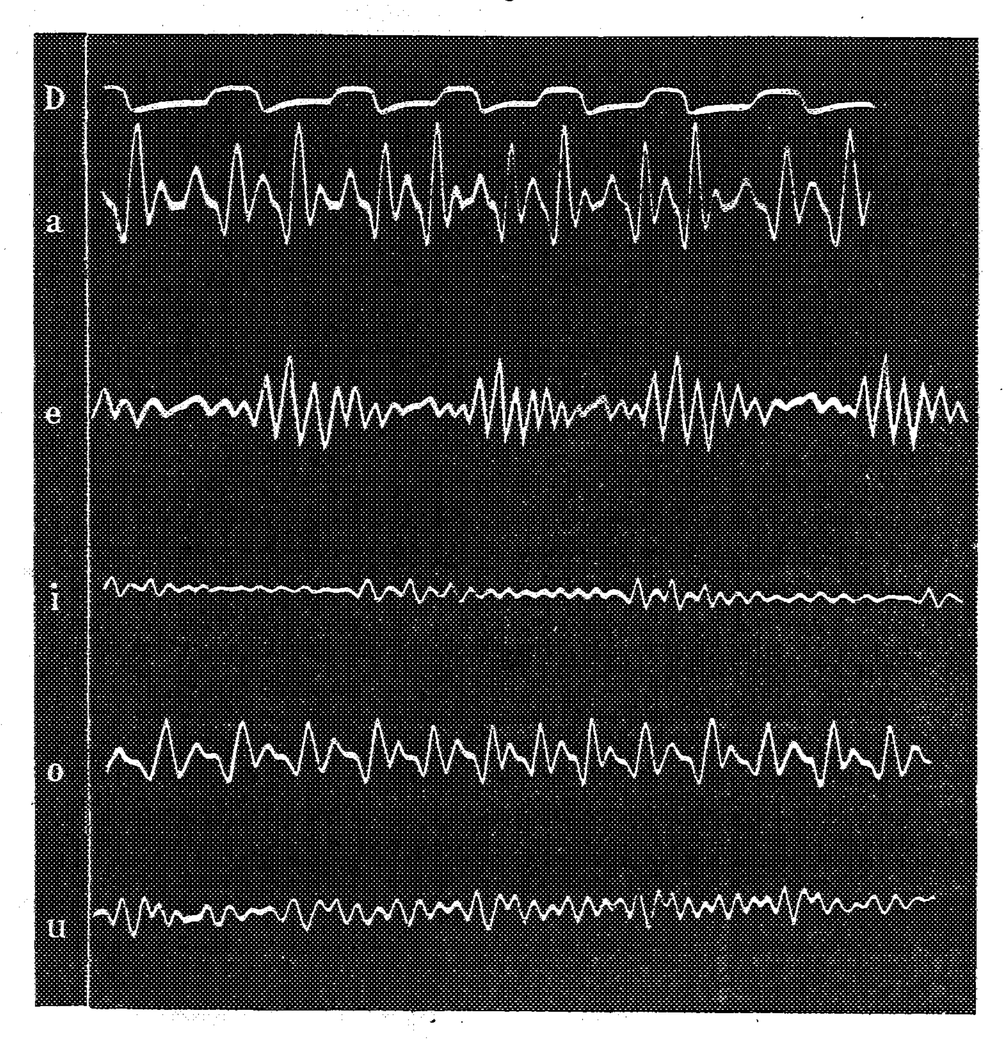
([2]) Ces appareils sont applicables à l'électrophysiologie, à l'électrochimie, etc.

([3]) La description de ces expériences et leurs constantes ont été données dans une Communication de M. Paul Janet, *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, juillet 1901, p. 371.

» L'examen de ces courbes permet de faire quelques observations :

» 1° Elles démontrent bien la périodicité du phénomène et la distinction des voyelles entre elles par des différences de formes dans la période ([1]).

Fig. 1.



» 2° Si l'on compare ces tracés aux tracés corrigés donnés par M. le Dr Marage ([2]),

([1]) La période n'est pas la même absolument dans les différents tracés parce que la vitesse du moteur actionnant le miroir tournant n'a pas été toujours rigoureusement constante, non plus que la hauteur du son des voyelles chantées.

([2]) *Bulletin de la Société française de Physique*, 1900, p. 137.

on constate que ceux de l'oscillographe présentent une grande analogie avec ces derniers, à condition de prendre un tracé moyen en négligeant les dentelures aiguës et nombreuses de la figure.

» 3° Le tracé de l'oscillographe présente donc tous les caractères d'un tracé simple défiguré par des oscillations parasites superposées, de fréquences environ quinze fois plus grandes que celles de la période fondamentale de l'*i* par exemple. Comme l'oscillographe était parfaitement amorti, il faut en conclure que le circuit tertiaire, dans lequel se faisait l'observation, produisait par lui-même ces oscillations et qu'il déformait par conséquent un peu les sons. Pour avoir plus de netteté et de précision, il conviendrait d'ajouter une certaine résistance produisant un amortissement ([1]). Mais ce serait alors aux dépens de l'amplitude des sons.

» 4° L'amplitude des variations de la force électromotrice ainsi obtenues n'est pas extrêmement considérable en valeur relative. Si l'on obtient dans ces conditions des sons aussi puissants dans l'arc, cela tient aux propriétés mêmes de l'arc. Comme je l'ai montré par les caractéristiques d'arc et, plus récemment, par les tracés oscillographiques de l'arc pulsatoire ([2]), l'arc électrique est un phénomène extrêmement instable, et il suffit d'une variation de quelques pour cent sur la tension aux bornes autour du régime normal pour faire varier l'intensité du courant de 100 pour 100. Le volume de la masse gazeuse de l'arc variant à peu près proportionnellement au courant, on conçoit que ses vibrations rapides produisent des sons intenses. Le rôle amplificateur de l'arc électrique s'explique ainsi aisément.

» On voit par cet exemple que la méthode oscillographique peut être, même en Acoustique, un instrument de recherches utile, à côté des autres méthodes déjà connues, à condition de l'employer avec discernement. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la formation de l'ozone.* Note de M. **A. Chassy**, présentée par M. G. Lippmann.

« Quand on fait passer l'effluve dans de l'oxygène il se forme de l'ozone en quantité relativement faible. La proportion de ce corps croît d'abord rapidement, puis ensuite tend vers une certaine limite, comme dans les phénomènes de dissociation. J'ai étudié la façon dont s'accroît la teneur en ozone en faisant passer l'effluve électrique pendant un temps de plus en plus long dans une masse déterminée d'oxygène, en ayant soin de maintenir constante l'intensité du courant.

([1]) On peut dire, à cette occasion, que la précision de la résonance suit les mêmes lois que la précision d'un oscillographe, c'est-à-dire qu'elle exige à la fois une fréquence propre beaucoup plus élevée que celle du phénomène à reproduire et un amortissement voisin de l'amortissement critique.

([2]) *Revue générale des Sciences*, 30 juillet 1901.

» L'appareil que j'emploie est un ozoniseur de M. Berthelot, placé dans un grand récipient plein d'eau servant à régulariser la température. Il est muni de deux longs tubes capillaires recourbés à angles droits en dehors du récipient et servant au passage du gaz d'abord, et ensuite de tubes manométriques. Quand l'espace annulaire est rempli d'oxygène sec et pur, je plonge l'extrémité de l'un des tubes dans un petit vase contenant de l'acide sulfurique et je ferme l'extrémité de l'autre tube. L'eau qui entoure l'appareil sert d'électrode; l'autre électrode est formée par de l'acide sulfurique contenu dans le tube inférieur de l'ozoniseur. Cet appareil est d'une seule pièce, tout en verre, afin d'éviter toute fuite extérieure de gaz.

» La proportion d'ozone formée est mesurée par la diminution de pression de la masse gazeuse, et cette variation de pression est indiquée par l'ascension de l'acide dans le tube capillaire servant de manomètre. Pour éviter les corrections dues aux variations de la température et de la pression atmosphérique, une longue ampoule est placée dans le réservoir d'eau, parallèlement aux deux tubes concentriques de l'ozoniseur. Un tube capillaire est soudé à cette ampoule et plonge par son autre extrémité dans le vase à acide sulfurique. La pression du gaz contenu dans cette ampoule sert de terme de comparaison, de sorte qu'il suffit d'observer la variation de la distance des niveaux dans les deux tubes capillaires. L'appareil est muni d'un agitateur.

» Le courant primaire de la bobine d'induction est maintenu aussi constant que possible. Comme il varie un peu cependant, malgré toutes les précautions, je lis sa valeur à chaque instant à l'aide d'un ampèremètre thermique et je ramène les résultats à ce qu'ils seraient pour une intensité constante.

» Un premier point important que j'ai constaté est que la loi d'accroissement de l'ozone est la même, quelle que soit l'intensité du courant électrique. Un courant faible peut toujours produire le même résultat qu'un courant intense, pourvu qu'il agisse pendant un temps assez long ou pourvu que l'écoulement du gaz soit suffisamment lent, dans un appareil à production continue.

» Voici maintenant, exprimée par un Tableau, la loi de formation numérique de l'ozone à la température de 20°. Je prends, comme unité de temps, la durée de passage de l'effluve nécessaire pour transformer en ozone $\frac{1}{2}$ pour 100 de la masse d'oxygène.

Durées.	Quantités d'ozone.	Durées.	Quantités d'ozone.
1	5	10	31,5
2	9,1	12	34,5
3	12,7	14	37,4
4	16,1	20	44
5	19,2	36	54
6	22,2	60	64,5
7	25	90	70,5
8	27,2	120	73

» Ce Tableau représente la quantité totale d'ozone (en millièmes de la masse totale) que l'on obtient en faisant agir la décharge sur de l'oxygène pur, pendant un temps exprimé en fonction de l'unité que je viens de choisir.

» La courbe qui traduit ces résultats est asymptotique à une parallèle à l'axe des temps. La quantité d'ozone tend vers une limite qui dépend uniquement de la température et non de l'intensité du courant, mais qui est difficile à déterminer avec précision.

» On peut comparer, à l'aide de ce Tableau, les dépenses nécessaires pour obtenir de l'oxygène à différents degrés de richesse en ozone. Ainsi, pour obtenir une teneur de 70 millièmes, il faut une dépense quatre-vingt-dix fois plus grande que pour une teneur de 5 millièmes, en supposant, bien entendu, qu'on maintienne constantes les conditions de fonctionnement de la bobine. En ne considérant que le prix de l'énergie électrique, on a donc intérêt, pour obtenir la plus grande quantité possible d'ozone, à n'enrichir que faiblement l'oxygène et, par suite, à activer la circulation de ce gaz. »

PHYSIOLOGIE. — *Application à l'homme de la régénération de l'air confiné, au moyen du bioxyde de sodium.* Note de MM. **A. Desgrez** et **V. Balthazard**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Nous avons présenté à l'Académie une méthode de régénération de l'air confiné dont nous avons, dans une deuxième Note ([1]), démontré l'application à l'homme. Pour cette démonstration, qui a été effectuée devant l'Académie, nous avons employé un appareil auquel nous avons fait subir, depuis lors, quelques perfectionnements destinés à l'adapter d'une façon plus parfaite aux besoins de la pratique. Ce sont ces modifications, dont la plus importante nous a été inspirée par M. le général Sebert, que nous désirons faire connaître aujourd'hui.

» Tout d'abord, la mise en marche du ventilateur, primitivement assurée par des accumulateurs, se fait actuellement à l'aide d'un mouvement d'horlogerie qui détermine en même temps la chute, à intervalles réguliers, du bioxyde de sodium dans le régénérateur.

» L'appareil a été pourvu, d'autre part, d'un récipient à chlorure de méthyle qui

([1]) *Comptes rendus*, 13 août 1900.

assure un rafraîchissement plus complet de l'air régénéré et évite les manipulations nécessaires à la préparation de tout mélange réfrigérant. L'appareil étant destiné, dans nombre de circonstances, à ne servir qu'à des intervalles plus ou moins éloignés et dans des cas toujours pressants (incendies, explosions minières, etc.), nous avons adopté un dispositif qui permet de le charger d'avance, aussi bien en bioxyde qu'en eau et chlorure de méthyle. Le bioxyde, déposé sur les tablettes de l'appareil à chute, ne peut s'altérer, car il est séparé de l'eau contenue dans le régénérateur par une cloison horizontale.

» La boîte ainsi préparée peut donc être fermée et se trouvera prête pour les cas urgents auxquels elle est destinée.

» Au moment de la mise en marche, un simple tour de vis déclenche, de l'extérieur, le mouvement d'horlogerie et rabat la cloison qui sépare le bioxyde du régénérateur. Un robinet à pointeau, également extérieur, permet d'ouvrir, au même moment, le récipient à chlorure de méthyle; la réfrigération de l'air régénéré se trouve ainsi établie. »

M. **Foveau de Courmelles** adresse une Note ayant pour titre : « Action de la lumière chimique sur la tuberculose pulmonaire ».

M. **Thorelle** adresse une Note relative à « Deux méthodes pour trouver la date de Pâques depuis l'origine jusqu'à l'année 5000 ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 novembre 1901.

Traité de Microbiologie, par E. Duclaux, Membre de l'Institut; t. IV : *Fermentations variées des diverses substances ternaires*. Paris, Masson et Cie, 1901; 1 vol. in-8°.

Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Exposition universelle internationale de 1900 à Paris. Concours internationaux d'exercices physiques et de sports. Rapports publiés sous la direction de M. D. Mérillon, *délégué général.* Commission internationale d'Hygiène et de Physiologie.

M. Marey, Membre de l'Institut, rapporteur. Paris, Imprimerie Nationale, 1901; 1 fasc. in-4°.

Musée centennal de la classe 12 (Photographie) à l'Exposition universelle internationale de 1900 à Paris. Métrographie et Chronophotographie. Exposition d'instruments, de photographies, de cartes et de plans relatifs à l'histoire de la Métrophotographie, par le colonel Laussedat, Membre de l'Institut. Exposition d'instruments et d'images relatifs à l'histoire de la Chronophotographie, par le Dr Marey, Membre de l'Institut. Saint-Cloud, impr. Belin frères, s. d.; 1 fasc. in-4°.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1884, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. *Publication in extenso*, 1899 (8e Partie). Paris, Imprimerie Nationale, 1901; 1 vol. in-8°.

Rapport sur les travaux : 1° du Conseil central d'Hygiène publique et de salubrité de la ville de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 2° des Conseils d'Hygiène des arrondissements; 3° des médecins des épidémies, etc., pendant l'année 1900. Nantes, 1901; 1 vol. in-8°.

Denti di Lophiodon *degli strati eocenici del Monte Bolca*, del prof. G. Omboni; con due tavole. Venise, typ. Carlo Ferrari, 1901; 1 fasc. in-8°.

Mechanik des Himmels und der Moleküle, von Karl Neupert. Bamberg, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Ein Versuch die magnetischen Typen des Erdmagnetismus zu ermitteln, von N. Umow. Moscou, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt-am-Main, 1901; *von Juni* 1900 *bis Juni* 1901. Francfort-sur-le-Mein; 1 vol in-8°.

Miscellaneous scientific papers of the Allegheny observatory; new series, nos 1, 2. Pittsburg, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. Wadsworth, directeur.)

Department of Marine and Fisheries. Report of the meteorological service of Canada, by R.-F. Stupart, director, *for the year ended december* 31, 1898. Ottawa, 1901; 1 vol. in-4°.

Publication der Sternwarte in Kiel, XI. *Ueber die Bestimmung und Verbesserung der Bahnen von Himmelskörpern nach drei Beobachtungen*, von Paul Harzer. Leipzig, 1901; 1 fasc. in-4°.

Chemische Zeitschrift, Centralblatt für die Fortschritte der gesammten Chemie, herausgeg. v. Prof. Dr Felix B. Ahrens, I. Jahrgang, Nr. 1. Leipzig, 1901; 1 fasc. in-4°.

Transactions of the Canadian Institute, vol. VII, part I, n° 13. Toronto, 1901; 1 vol. in-8°.

Prace Matematyczno-fizyczne, t. XII. Varsovie, 1901; 1 vol. in-8°.

Memoirs of the Geological Survey of India. Palæontologia indica, being figures and descriptions of the organic remains procured during the progress of the Geological Survey of India, published by order of His Excellency the Governor general of India in Council; ser. IX, vol. III, part I : *The Brachiopoda*, by F.-L. Kitchin; new series, vol. I, 3 : *Fauna of the Miocene beds of Burma*, by Fritz Noetling. Calcutta, 1900-1901; 1 fasc. et 1 vol. in-f°.

Annals of the Royal Botanic Garden, Calcutta; vol. IX, part I. *A second*

century of new and rare Indian plants, by sir G. King, J.-F. Duthie. and D. Prain. Calcutta, 1901; 1 vol. in-f°.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 novembre 1901.

Essais de Paléoconchiologie comparée, par M. Cossmann; 2e, 3e et 4e livraisons. Paris, chez l'Auteur, au Comptoir Géologique et à la Société des Éditions Scientifiques, 1896-1901; 3 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry. Hommage de l'Auteur.)

La concentration des vins et la fabrication des alcools par les procédés Garrigou, dernière conférence faite dans l'arrondissement de Béziers, par le Dr André Castan. Béziers, 1901; 1 fasc. in-8°.

Brevets d'invention, publication *in extenso*, 1899, 9e partie. Imprimerie Nationale, 1901; 1 vol. in-8°. (Envoi de M. le Ministre du Commerce.)

Mémoires de la Société Philomathique de Verdun, t. XV. Verdun, L. Laurent fils, 1901; 1 vol. in-8°.

Capillaranalyse beruhend auf Capillaritäts- und Absorptionserscheinungen mit dem Schlusskapitel : Das Emporsteigen der Farbstoffe in den Pflanzen, von Friedrich Goppelsroeder, mit 59 Tafeln. Bâle, Emil Birkhäuser, 1901; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Museu Parense de Historia natural e Ethnographia. Album de Aves amazonicas, organisado pelo Dr Emilio A. Goeldi, Director do Museu Parense; 1° fasculo, estampas 1-12. Rio-Janeiro, Alves et Cie, 1900; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

U. S. Department of Agriculture. Sixteenth annual Report of the Bureau of animal industry for the year 1899. Washington, Imprimerie du Gouvernement, 1900; 1 vol. in-8°.

General Report on the work carried on by the Geological Survey of India for the period from the 1st *april* 1900 *to the* 31st *march* 1901. Calcutta, 1901; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 4 novembre 1901.)

Note de M. *V. Thomas*, Sur les chlorobromures de thallium du type Tl^4X^6 :

Page 737, ligne 19, *au lieu de* ne pouvait pas, *lisez* ne paraît pas.

Même page, ligne 22, *au lieu de* la solution du composé $TlCl^2Br^2$, *lisez* la solution du composé $TlClBr^2$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 NOVEMBRE 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les périodes des intégrales doubles dans la théorie des fonctions algébriques de deux variables;* par M. ÉMILE PICARD.

« J'ai, il y a plus de dix ans, indiqué le point de vue où je me plaçais dans l'étude des périodes des intégrales doubles de fonctions algébriques, et j'y suis revenu plus récemment ([1]). Quoique, dans cette question de la connexion à deux dimensions pour les surfaces algébriques, je sois loin d'avoir obtenu des théorèmes aussi complets et aussi précis que pour la

([1]) *Théorie des fonctions algébriques de deux variables*, t. I, et *Comptes rendus*, 20 décembre 1897.

connexion linéaire, certains résultats méritent cependant d'être signalés. Je reprends la question avec quelques détails en me plaçant dans un cas simple, quoique suffisamment général.

» 1. Nous partons d'une surface de degré m, placée arbitrairement par rapport aux axes

$$f(x, y, z) = 0,$$

avec des singularités ordinaires, c'est-à-dire une ligne double avec points triples, et nous considérons l'intégrale double

$$\iint \frac{Q(x, y, z)\,dx\,dy}{f'_z}, \tag{1}$$

relative à cette surface, où Q désigne un polynome en x, y, z, s'annulant sur la courbe double. Si nous envisageons la courbe entre x et z

$$f(x, \bar{y}, z) = 0, \tag{2}$$

les périodes de l'intégrale

$$\int \frac{Q(x, \bar{y}, z)\,dx}{f'_z} \tag{3}$$

eront des fonctions de y. Parmi ces périodes, se trouvent les périodes logarithmiques correspondant aux divers points à l'infini de la courbe (2); on montre facilement que ces périodes sont des polynomes en y.

» Outre ces périodes logarithmiques, l'intégrale (3) a $2p$ périodes cycliques, en désignant par p le genre de la courbe (2) pour y arbitraire. Ces périodes cycliques ont, en général, comme pôle le point $y = \infty$; si les résidus correspondants sont tous nuls, on peut montrer que l'intégrale double (1) est de seconde espèce ([1]).

» 2. Je vais me placer maintenant, uniquement d'ailleurs pour abréger l'exposition, dans l'hypothèse où l'intégrale (3) est une intégrale de seconde espèce de la courbe (2); nous sommes alors dans le cas où, pour un autre objet, nous nous sommes trouvé précédemment (t. I, p. 94). Les $2p$ périodes cycliques de l'intégrale (3) satisfont à une équation différentielle linéaire, à coefficients rationnels en y, que nous avons appelée E,

---

([1]) Je profite de l'occasion pour compléter un point de ma théorie des intégrales doubles de seconde espèce. J'indique (*Fonctions algébriques*, t. II, p. 191) que le nombre des conditions pour qu'une intégrale double (1) soit de seconde espèce est $2p + m - 1$; en fait, $m - 1$ des conditions sont remplies d'elles-mêmes.

et dont les points critiques correspondent aux points simples de la surface où le plan tangent est parallèle au plan des zx.

» Le point $y = \infty$ n'est pas un point critique pour les intégrales qui peuvent avoir un pôle en ce point.

» Pour chaque point critique $y = b$, l'équation fondamentale déterminante a une racine double ; à cette racine double correspondent une intégrale holomorphe $\Omega(y)$ et une intégrale non holomorphe $\Omega'(y)$ contenant un terme logarithmique, de telle sorte que l'on ait

$$\Omega'(y) = f(y) + \frac{\Omega(y)}{2\pi i}\log(y - b),$$

$f(y)$ étant, comme $\Omega(y)$, holomorphe autour de b. Les $2p - 2$ autres intégrales, formant avec Ω et Ω' un système fondamental, sont holomorphes autour de b.

» Ceci rappelé, nous avons envisagé les périodes de l'intégrale double engendrées de la manière suivante : Considérons un cycle Γ de la courbe (2) se déformant avec y, et revenant à sa position initiale, quand y ayant décrit un certain chemin C revient lui-même à son point de départ. On obtient de cette manière un cycle à deux dimensions, qui donnera naissance à une période de l'intégrale double. Le cycle Γ sera caractérisé par ce fait que la période correspondante $\omega(y)$ de l'intégrale (3) revient à sa valeur initiale, quand y décrit la courbe C. Celle-ci est, en quelque sorte, un *cycle de l'équation différentielle linéaire* E. Nous allons montrer que les périodes ainsi engendrées se ramènent à un nombre fini d'entre elles.

» 3. Soient $b_1, b_2, \ldots, b_N$ les points critiques de l'équation E; joignons ces points à un point arbitraire a du plan, de manière à tracer, comme d'habitude, les différents lacets $ab_1, ab_2, \ldots, ab_N$. Tout chemin C partant de a et y revenant se ramène à une somme de lacets parcourus dans un ordre convenable. Désignons d'une manière générale par $\Omega_i(y)$ la période de l'intégrale (3) holomorphe autour de b_i, dont il a été question ci-dessus; elle est parfaitement définie de b_i en a sur le lacet. Quand y tourne autour de b_i, toute période de (3) se reproduit à un terme additif près de la forme

$$m_i\Omega_i(y) \qquad (m_i \text{ entier}).$$

» Donc, quand y décrivant le chemin C revient à son point de départ, l'intégrale considérée $\omega(y)$ de l'équation linéaire E s'augmente d'une

expression de la forme

$$\sum m_i \Omega_i(y).$$

» Par suite, puisque $\omega(y)$ reprend, par hypothèse, la même valeur, on a

$$(4)\qquad \sum m_i \Omega_i(y) = 0.$$

La période correspondante de l'intégrale double (1) sera

$$(5)\qquad \sum m_i \int_{b_i}^{a} \Omega_i(y)\,dy,$$

les m_i étant des entiers; elle ne dépend manifestement pas de a d'après l'identité (4).

» De la forme trouvée pour les périodes on peut déjà conclure qu'elles sont en nombre limité, puisqu'elles sont des sommes des multiples des N quantités

$$B_i = \int_{b_i}^{a} \Omega_i(y)\,dy \qquad (i = 1, 2, \ldots, N),$$

mais nous pouvons approfondir davantage la question.

» 4. Parmi les $\Omega_i(y)$ il y en a nécessairement $2p$ qui sont linéairement indépendantes, si l'équation E est irréductible, ce qui arrivera en général. Supposons, par exemple, que

$$\Omega_1, \quad \Omega_2, \quad \ldots, \quad \Omega_{2p}$$

correspondant respectivement aux points critiques $b_1, b_2, \ldots, b_{2p}$, soient des Ω linéairement indépendants. Dans la somme (S), donnant une période de l'intégrale double, il y aura au moins un entier i supérieur à $2p$. Pour $h > 2p$, on a nécessairement une identité à coefficients entiers

$$m_1^h \Omega_1 + \ldots + m_{2p}^h \Omega_{2p} + m_h \Omega_h = 0 \qquad (m_h \neq 0).$$

Envisageons alors les expressions

$$A_h = m_1^h B_1 + \ldots + m_{2p}^h B_{2p} + m_h B_{2p+1} \qquad (h = 2p+1, \ldots, N)$$

indépendantes, d'ailleurs, de a Une de nos périodes P de l'intégrale double étant de la forme

$$P = \sum \mu_i B_i \qquad (\mu_i \text{ entier}),$$

on voit facilement que l'on aura entre P et les A une relation homogène et linéaire à coefficients entiers. On en conclut que *le nombre des périodes considérées de l'intégrale double est au plus égal à*

$$N - 2p.$$

» On doit maintenant se demander si tous les A sont des périodes de l'intégrale double. *Il en est bien ainsi effectivement;* on peut en effet construire un certain continuum fermé à deux dimensions conduisant à la période A. La démonstration de ce point un peu délicat nous entraînerait ici trop loin.

» Nous avons donc trouvé $N - 2p$ périodes pour l'intégrale double (1), et donné le moyen de les calculer: p désigne le *genre* d'une section plane quelconque de la surface et N représente la *classe* de la surface. Je ne puis affirmer que ces périodes soient distinctes, même pour une intégrale (1) prise arbitrairement. Il y a des cas où une réduction paraît certaine. Supposons l'intégrale double de seconde espèce; toutes les solutions de l'équation E ont leurs résidus nuls pour le point à l'infini. En écrivant qu'il en est ainsi, on obtient $2p$ relations entre les A; si elles sont distinctes, le nombre trouvé de périodes de l'intégrale double se trouvera abaissé de $2p$ unités. C'est là une question sur laquelle je me réserve de revenir.

» Dans ce qui précède, nous avons raisonné, comme nous le faisons habituellement dans l'étude des faits généraux de la théorie des fonctions algébriques, sur la surface ramenée à n'avoir que des singularités ordinaires. Dans certains cas, il pourra être plus commode d'employer immédiatement la surface donnée. Tel serait le cas d'une surface dont l'équation est

$$z^2 = f(x, y);$$

les considérations que nous venons de développer s'y appliquent aisément.

» 5. On doit remarquer maintenant qu'il n'est pas certain que *toutes* les périodes de l'intégrale double (1) rentrent dans le type précédent. Il y a lieu de faire une étude approfondie de la nature des cycles à deux dimensions susceptibles de donner des périodes. J'ai, à cet égard, appelé récemment l'attention sur une circonstance curieuse qui montre la complexité de la question [1]. D'autre part, comme je l'ai fait remarquer antérieure-

---

[1] *Sur les résidus et les périodes des intégrales doubles de fonctions rationnelles* (*Comptes rendus*, 22 avril 1901).

ment, il importe de bien comprendre la signification du nombre p_2 relatif à la connexion à deux dimensions pour une surface, tel qu'il a été défini à la page 83 du Tome I de mon Traité. Pour une surface donnée f, nous avons considéré dans l'espace à cinq dimensions une certaine surface V correspondant uniformément à f et n'ayant aucune singularité. Représentant alors sur une sphère chaque coordonnée de l'espace à cinq dimensions, nous avons obtenu une variété V', à quatre dimensions réelles, située tout entière à distance finie et ne se coupant pas elle-même. Nous avons appelé p_2 le nombre correspondant à la connexion à deux dimensions de la variété fermée V'. Ce nombre a une signification parfaitement déterminée, quand on a indiqué la variété V' que l'on fait correspondre à f, mais il n'est pas nécessairement invariant pour toutes les surfaces f se correspondant birationnellement. Il peut y avoir en effet, dans la transformation, des points *exceptionnels*, de telle sorte qu'à certains points d'une surface correspondent des courbes de l'autre; à deux variétés V' appartenant à la même classe de surfaces pourrait ne pas correspondre le même nombre p_2.

» Il est essentiel de remarquer que rien de pareil ne peut se présenter pour le nombre p_1, relatif à la connexion linéaire. Ceci résulte indirectement de la signification trouvée pour ce nombre qui représente, à une unité près, le nombre des intégrales de différentielles totales de seconde espèce linéairement indépendantes. Le nombre p_1, se trouvant ainsi défini indépendamment de toute question de géométrie de situation, est manifestement invariant, et son étude peut se faire d'une manière purement analytique. »

PHYSIQUE. — *Sur une modification dans l'emploi du thermomètre électrique pour la détermination des températures souterraines au Muséum d'Histoire naturelle*. Note de M. **Henri Becquerel**.

« L'emploi des courants thermo-électriques pour la mesure des températures a été proposé en 1826 (¹) par mon grand-père. Dans un circuit comprenant un galvanomètre, on intercalait deux fils différents, soit un fil de platine et un fil de palladium, soit deux fils de platine inégalement impurs; l'une des jonctions des fils était maintenue à 0° dans la glace fondante, l'autre était portée à la température cherchée. La déviation du

(¹) A.-C. Becquerel, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. XXXI, p. 371; 1826.

galvanomètre, gradué préalablement, donnait la température. Cette méthode a été depuis employée par divers observateurs pour la mesure des températures élevées.

» En 1835 ([1]), dans des recherches sur la chaleur animale faites en commun avec M. Breschet, la méthode fut modifiée pour obtenir plus de précision dans l'évaluation de très faibles différences de température. Dans le même circuit, on disposait deux aiguilles thermo-électriques, fer-cuivre, ou platine-cuivre, formant des couples opposés l'un à l'autre. L'une était maintenue à une température constante (0° ou 36° suivant les expériences), l'autre était portée successivement, d'abord au point à explorer, et donnait alors une déviation déterminée dans le galvanomètre, puis ensuite elle était plongée dans un bain dont on faisait varier la température de manière à obtenir la même déviation au galvanomètre. La température du bain donnait la température cherchée.

» Plus tard ([2]), mon grand-père opéra en faisant varier la température de la seconde soudure de façon à ramener le galvanomètre au zéro. La température mesurée à ce moment devait être la même pour les deux soudures, et donnait ainsi la température du point à explorer. Tel est le principe de la méthode de compensation installée au Muséum depuis 1858 pour les observations météorologiques et la détermination des températures souterraines.

» La méthode est d'une exactitude rigoureuse et donne les températures à une petite fraction de degré, aux extrémités de câbles formés de fils de fer et de fils de cuivre. Cependant chaque observation constitue une expérience qui dure quelques minutes.

» Dans le but d'abréger la durée de chaque détermination, je me suis proposé, en employant les appareils apériodiques aujourd'hui usuels, d'établir une disposition donnant la température par une lecture directe de la déviation du galvanomètre, tout en conservant la sensibilité et la précision de la méthode de compensation, et sans pour cela être assujetti à la condition de maintenir constante la température d'une des soudures, condition difficile à remplir pour des observations quotidiennes.

» Dans le Mémoire de 1826 ([3]) rappelé plus haut, se trouve énoncée

---

([1]) A.-C. Becquerel, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. LIX, p. 117; 1835.

([2]) A.-C. Becquerel, *Comptes rendus*, t. XLVI, p. 1183; 1858.

([3]) A.-C. Becquerel, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXI, p. 380; 1826.

une loi fondamentale des phénomènes thermo-électriques, désignée souvent depuis sous le nom de *loi des températures successives*. Dans un circuit hétérogène dont les soudures sont aux températures t_0 et t_1, le courant électrique est la différence des courants que l'on observe si, l'une des soudures étant maintenue à 0°, l'autre est portée successivement aux températures t_1 et t_0. La disposition nouvelle est fondée sur l'application de cette loi.

» Dans l'un des circuits fer-cuivre d'un des câbles de l'installation thermo-électrique du Muséum, on intercale un galvanomètre à miroir Deprez-d'Arsonval. Supposons que l'on ait préalablement gradué cet appareil en maintenant l'une des soudures à 0° et en portant l'autre à des temperatures diverses, de manière à tracer sur l'échelle du galvanomètre des repères indiquant les déviations pour les diverses températures, de degré en degré. Si la soudure qui est à la disposition de l'observateur (soudure A), et qui plonge à côté d'un thermomètre dans un godet de mercure, est à la température de 0°, la déviation du galvanomètre donnera directement la température de l'autre soudure (soudure B); c'est l'application de la méthode de 1826.

» Mais si la soudure A est à une température t_0 marquée par le thermomètre, au lieu d'abaisser sa température à 0°, on peut employer la méthode suivante, à la condition d'avoir un galvanomètre dont les déviations soient proportionnelles aux intensités des courants, condition qui, dans le galvanomètre Deprez-d'Arsonval, pour les petites déviations utilisées, est remplie avec une approximation pratiquement suffisante. Le circuit étant ouvert, on déplace parallèlement à elle-même l'échelle graduée de façon à faire coïncider le zéro du galvanomètre avec le trait indiquant la température t_0. Puis on ferme le circuit et, par suite de la déviation du galvanomètre, l'image de la mire vient se placer sur le trait qui indique la température de la soudure B.

» Pour graduer le galvanomètre il n'est pas nécessaire de porter l'une des soudures à 0°; il suffit de la maintenir à une température constante quelconque et de connaître exactement cette température. Si la graduation préalable était poussée au delà de la température neutre, la méthode donnerait encore la température de la soudure B au delà de cette température, malgré l'inversion du courant.

» Les essais de cette méthode appliquée concurremment avec la méthode de compensation ont donné de bons résultats.

» Un des inconvénients de la méthode, inconvénient signalé du reste

par tous les observateurs, est la variation de la résistance électrique du circuit aux diverses températures, et aussi celle qui, dans le cas particulier des observations du Muséum, résulte de l'introduction dans le circuit de câbles inégalement longs. On diminue considérablement l'influence de ces variations jusqu'à la rendre négligeable en faisant usage d'un galvanomètre de résistance suffisante, auquel on peut adjoindre des résistances additionnelles, et en formant le cadre du galvanomètre et les résistances avec des alliages dont la conductibilité varie peu avec la température. On peut alors tenir compte des faibles variations de la conductibilité en traçant sur l'échelle plusieurs graduations correspondant à des températures différentes du galvanomètre, et au milieu desquelles on peut interpoler une graduation applicable à la température ambiante au moment de chaque observation.

» Le principe de la graduation mobile peut être appliqué avantageusement aux appareils thermo-électriques actuellement en usage, pour augmenter la précision de leurs indications. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude de l'amalgame d'ammonium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Les curieuses expériences de Seebeck et de Tromsdorff, de Berzélius et de Pontin, enfin celles d'Humphry Davy établirent l'existence d'un soi-disant amalgame d'ammonium, sans en établir nettement la composition. Cet amalgame s'obtient en agitant doucement de l'amalgame pâteux de sodium au contact d'une solution saturée de chlorhydrate d'ammoniaque. Cette réaction était représentée par l'égalité suivante :

$$AzH^4Cl + Na\,n\,Hg = AzH^4\,n\,Hg + NaCl.$$

» L'exactitude de cette formule n'avait été vérifiée ni par le poids des corps mis en réaction, ni par les volumes gazeux dégagés.

» D'après les recherches de Gay-Lussac et Thénard ([1]) cet amalgame, préparé au milieu d'une solution aqueuse de chlorhydrate d'ammoniaque, renfermait deux volumes et demi d'ammoniac pour deux volumes d'hydrogène.

» En regardant l'ammonium comme le radical des sels ammoniacaux et en lui assignant pour symbole AzH^4, il doit renfermer un volume d'am-

([1]) Gay-Lussac et Thénard, *Ann. de Chim.*, 1re série, t. LXXIII, p. 197; 1809.

moniac double de celui de l'hydrogène, d'après l'équation

$$(AzH^4)^2 = 2\,AzH^3 + H^2.$$

» Les chiffres de Gay-Lussac et Thénard s'éloignaient sensiblement de ces conditions théoriques, ce qui n'a rien de surprenant, étant donnée la difficulté de ces expériences.

» Landolt ([1]), après avoir préparé l'amalgame d'ammonium par électrolyse, a reconnu que par sa décomposition il donnait $2^{vol},15$ à $2^{vol},40$ de gaz ammoniac et 1 volume d'hydrogène.

» Mais il a fait remarquer que cet amalgame ne fournissait pas de double décomposition avec les sels de cuivre ou d'argent, qu'il différait des amalgames de potassium et de sodium et que, tout en renfermant le groupement AzH^4, il ne devait pas être considéré comme un véritable amalgame métallique. En réalité nous ne sommes pas beaucoup plus avancés aujourd'hui qu'au moment de la publication du Mémoire de Landolt. Nous nous demandons encore si le gaz ammoniac et l'hydrogène sont combinés dans cet amalgame pour former l'ammonium AzH^4, ou si ces deux gaz sont simplement en émulsion dans le mercure.

» De nombreuses recherches ont été faites sur ce sujet, et des mesures délicates ont été exécutées sans obtenir de conclusions bien nettes. Du reste, l'amalgame d'ammonium n'a été étudié jusqu'ici qu'au moment même de sa décomposition. En même temps se poursuivaient des recherches intéressantes sur de nouveaux composés, les métaux ammonium, dont nous avons parlé dans des Notes précédentes.

» D'autres recherches étaient tentées sur la solubilité de différents corps dans l'ammoniac liquéfié. Nous rappellerons sur ce sujet les études de Seely, celles de Gore, et celles de Franklin et Krauss. Enfin, dans des expériences très curieuses, C. Frenzel ([2]), reprenant la question à son véritable point de départ, a recherché tout d'abord quelle était la conductibilité de l'ammoniac liquéfié. Il a montré, par des expériences délicates, que cette conductibilité diminuait avec la pureté de l'ammoniac et qu'elle était comparable à celle de l'eau. De plus, il rappelle et discute les expériences très curieuses de différents savants qui établissent que l'ammoniac liquéfié possède un pouvoir d'ionisation comparable à celui de l'eau. En résumé, malgré ces études et d'autres recherches parmi lesquelles nous

---

([1]) LANDOLT, *Annalen der Chemie und Pharm.*, Supp., t. VI, p. 346.

([2]) C. FRENZEL, *Zeitschrift für Electrochemie*, n° 38, p. 477; 1900.

rappellerons celles de Le Blanc, de Goodvin et de Kay Thomson, de Pocklington et de Cohen, l'ammonium n'a pas encore été isolé.

» Cette question de la réaction d'un amalgame alcalin sur une solution aqueuse d'un sel ammoniacal est plus complexe qu'on ne l'avait pensé d'abord.

» M. Berthelot (¹) a déjà appelé l'attention des chimistes sur le rôle des amalgames alcalins et, en particulier, sur l'action exercée par l'amalgame défini $Hg^{12}Na$ de MM. Krant et Pope en solution dans le mercure. On sait que ces amalgames sont employés en Chimie organique comme hydrogénants, par exemple pour fixer de l'hydrogène par substitution inverse sur les corps chlorés, ou pour changer les aldéhydes et les acétones en alcool (Friedel et Würtz). M. Berthelot a établi que ces amalgames dégagent toujours dans les réactions hydrogénantes une quantité de chaleur plus grande que n'en donnerait le poids correspondant d'hydrogène libre. Cet excès thermique, se joignant à l'action particulière des réactions développées par les alcalis, rend compte de ce que l'on appelait autrefois l'*état naissant*. Cette interprétation a été donnée par M. Berthelot en 1865.

» En reprenant l'étude du soi-disant amalgame d'ammonium, la première question à résoudre consistait à mesurer exactement les volumes de gaz hydrogène et d'ammoniac dégagés par cet amalgame au moment de sa décomposition. Mais, d'autre part, la solubilité du gaz ammoniac dans l'eau est si grande que toutes les expériences tentées dans ce liquide nous paraissent critiquables. La dessiccation d'une masse pâteuse, c'est-à-dire déjà en décomposition, par du papier à filtrer est absolument illusoire. Il était donc indispensable de produire cet amalgame dans un autre liquide que l'eau.

» Ce résultat peut être obtenu en faisant réagir le chlorure d'ammonium en solution dans le gaz ammoniac liquéfié, sur l'amalgame de sodium. L'expérience est des plus faciles; elle se fait à la température de — 35°, et l'on obtient ainsi du chlorure de sodium peu soluble dans l'excès d'ammoniac et une masse métallique stable qui ne tarde pas à augmenter de volume aussitôt qu'elle revient à la température ordinaire du laboratoire.

» Nous nous sommes assuré d'abord, par des expériences préliminaires, que l'amalgame de sodium maintenu pendant plusieurs heures en

(¹) Berthelot, *Sur les amalgames alcalins et sur l'état naissant* (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1108), et *Sur la constitution chimique des amalgames alcalins* (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1335, et t. LXXXIX, p. 465).

présence de l'ammoniac liquéfié à une température comprise entre — 35° et — 39° ne produisait aucune réaction. Nous avons placé ensuite de l'amalgame pâteux de sodium, en présence d'ammoniac liquéfié pur et sec, dans lequel nous avons fait ensuite tomber une certaine quantité d'iodure d'ammonium parfaitement desséché. Dans ces conditions, l'amalgame de sodium réagit sur le sel ammoniacal et devient plus fluide sans dégagement de gaz. Après une agitation prolongée, on lave plusieurs fois avec de nouvelles quantités de gaz liquéfié et l'on décante le liquide pour entraîner l'excès d'iodure d'ammonium et l'iodure de sodium qui s'est formé.

» On refroidit ensuite le culot métallique à — 80°. A cette température, c'est un morceau de métal très dur et facilement maniable. On le retire du vase dans lequel la réaction a été faite, on le lave plusieurs fois à l'éther sec refroidi à — 80° et saturé de gaz hydrogène. Puis on place ce morceau de métal dans un tube de verre fermé par un ajutage rodé et relié à une trompe à mercure. Le vide est fait dans l'appareil en maintenant toujours le métal à une température qui oscille entre — 80° et — 90°. Dans ces conditions, on obtient un vide parfait sans qu'aucune décomposition de l'amalgame puisse se produire.

» Ces expériences ont été rendues possibles par suite de ce fait que le soi-disant amalgame d'ammonium peut se produire à — 38° ou — 39°, dans l'ammoniac liquéfié, sans présenter de décomposition.

» Nous nous sommes assuré qu'il ne se dégageait aucun gaz au moment de la réaction. Afin que la double décomposition se produise avec facilité, on laisse l'ammoniac redescendre à son point d'ébullition — 33°,5, et, pourvu que l'amalgame d'ammonium ne soit pas trop concentré, on ne recueille qu'une petite quantité de gaz ammoniac pur entièrement absorbable par l'eau.

» Lorsque nous avons ainsi enfermé dans un tube de verre, à — 80°, l'amalgame d'ammonium, on le laisse se décomposer lentement, en revenant à la température ordinaire. Aux environs de — 40°, la masse métallique solide laisse suinter des gouttelettes de mercure, puis prend l'état liquide, et lorsque la température s'élève un léger boursouflement commence à se produire. A la température de — 30°, la masse augmente nettement de volume et, à + 15°, elle remplit presque complètement l'appareil de verre en occupant un volume de vingt-cinq à trente fois supérieur au volume primitif de l'amalgame.

» Pendant cette décomposition, on remarque que la température du tube s'élève de 5 à 6 degrés au-dessus de la température ambiante du

laboratoire. Ce dégagement de chaleur a été constant dans toutes nos expériences.

» Le dégagement gazeux se poursuit ainsi dans le vide, que l'on maintient constamment pendant douze ou quinze heures. Il est facile de rendre la décomposition plus rapide en chauffant l'amalgame avec une lampe à alcool.

» Dans quelques expériences, nous avons remplacé le lavage à l'éther du culot solidifié par des lavages à l'acide sulfureux liquide ou à l'éther saturé de gaz chlorhydrique. Les résultats ont été les mêmes au point de vue du rapport des volumes d'ammoniac et d'hydrogène, quoique, dans ces conditions, une certaine partie de l'amalgame ait été détruite.

» Si l'on réunit les gaz dégagés dans cette décomposition et que l'on en fasse l'analyse, on reconnaît qu'ils sont formés de deux volumes de gaz ammoniac et d'un volume de gaz hydrogène. Cela ressort nettement des chiffres que nous donnons ci-dessous.

Expériences.	Volume total.	H pour 100.	AzH^3 pour 100.
	cc	cc	cc
1	294,72	33,3	66,7
2	264,82	33,4	66,6
3	121	33,9	66,1
4	102,31	33,3	66,7
5	528	33,3	66,7
6	48,73	33,3	66,7
7	74,82	33,7	66,3

» L'ammoniac a été recueilli dans l'eau et titré ou pesé à l'état de chlorhydrate d'ammoniac. L'hydrogène a été analysé dans l'eudiomètre.

» D'après cette série d'analyses, le radical AzH^4 correspondant à deux volumes d'ammoniac et à un volume d'hydrogène semblerait donc exister dans la masse métallique préparée à $-39°$. Nous pensons cependant qu'il n'en est rien. En réalité, l'hydrogène de l'acide iodhydrique paraît fournir un hydrure métallique ammoniacal simple ou double, et c'est la décomposition de cet hydrure qui produit le foisonnement. Cette nouvelle interprétation, dont nous poursuivons l'étude, peut s'appuyer sur l'expérience suivante :

» Si nous faisons réagir l'amalgame de sodium pâteux sur une solution aqueuse de gaz ammoniac, on obtient un dégagement lent d'hydrogène sans aucun boursouflement. Au contraire, si nous faisons agir sur le même liquide de l'hydrure de sodium en solution dans l'amalgame de sodium, on

obtient un foisonnement intense, avec production d'une masse butyreuse qui va se maintenir pendant deux ou trois jours au milieu de la solution ammoniacale.

» Pour préparer cet hydrure de sodium, nous sommes partis des intéressantes expériences de MM. Troost et Hautefeuille ([1]), qui ont établi qu'en faisant passer un courant d'hydrogène pur sur du sodium, maintenu à la température constante de 350°, il se formait un hydrure Na^2H, d'apparence métallique et comparable à l'hydrure de palladium. La solubilité de l'hydrogène dans le sodium est vraisemblable, mais en réalité le phénomène est plus complexe. Si l'on maintient du sodium dans un tube en U en verre, à la température de 320° au moyen d'un bain d'alliage de Darcet, on reconnaît que, à la longue, en même temps que l'hydrogène se dissout dans le sodium, il se produit un composé transparent, cristallisé, qui est produit cette fois par la combinaison du sodium et de l'hydrogène.

» Ce nouveau composé est comparable à l'hydrure de calcium ([2]) que nous avons décrit précédemment. En poudre fine, il prend feu au contact de l'air; il s'enflamme à une température très peu élevée dans le chlore ou dans l'oxygène; il est très hygroscopique et se décompose violemment en présence de l'eau, en produisant de la soude et de l'hydrogène. Chauffée dans le vide, cette poudre blanche se décompose en hydrogène et en sodium. On peut séparer ce nouvel hydrure de sodium de l'excès de sodium métallique en épuisant le sodium chauffé longtemps dans l'hydrogène à 350° par du gaz ammoniac liquéfié, exempt de toute trace d'humidité. Le métal alcalin est entraîné à l'état de sodammonium et l'hydrure blanc reste comme résidu.

» En résumé, de ces premières expériences nous pouvons conclure qu'en faisant réagir le chlorure ou l'iodure d'ammonium en solution dans l'ammoniac anhydre sur l'amalgame de sodium on obtient une masse métallique dans laquelle l'hydrogène et l'ammoniac se trouvent à l'état de combinaison stable à −39°.

» Cette masse métallique, par sa décomposition à la température ordinaire, en l'absence de l'eau, augmente de trente fois son volume et dégage deux volumes de gaz ammoniac pour un volume de gaz hydrogène. »

([1]) Troost et Hautefeuille, *Sur les alliages de l'hydrogène avec les métaux Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. II, p. 273; 1874).

([2]) H. Moissan, *Recherches sur le calcium et ses composés* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XVIII, p. 289; 1899).

ASTRONOMIE. — *Sur les Perséides de* 1901. Note de M. **Perrotin.**

« Il y a eu, cette année, une recrudescence sensible dans la chute d'étoiles filantes des Perséides : les observations qui ont pu en être faites méritent d'être signalées. Bien qu'incomplètes, en raison de l'inclémence du temps, celles de Nice présentent, croyons-nous, un certain intérêt.

» Par un ciel qui, tous les jours, est resté couvert en partie, nous avons, mon fils aîné et moi, pu conclure de nos observations les moyennes suivantes :

» Le samedi 10 août, 10 étoiles en moyenne par heure, de 9^h à minuit;

» Le dimanche 11, la moyenne varie de 25 à 30, de 10^h à 1^h du matin;

» Le lundi 12, le ciel est très nuageux; on ne peut observer que pendant quarante minutes; de $11^h 50^m$ à minuit 30^m, on en compte 32.

» Le mardi 13, par un ciel toujours nuageux, de $9^h 5^m$ à $10^h 45^m$, on n'en voit plus que 10;

» Le mercredi 14, on en note 12 en cinquante minutes, de $9^h 5^m$ vers 10^h, dont plusieurs sporadiques. C'est la fin.

» De ces observations, très imparfaites, on peut toutefois conclure que le maximum a dû avoir lieu entre le dimanche 11 et le lundi 12, plus près du lundi, probablement.

» D'autre part, en dépit des conditions atmosphériques défavorables, il nous a été possible de déterminer avec une grande précision les coordonnées du point radiant principal, pour lequel un grand nombre d'étoiles nous ont donné :

$$\alpha = 44^\circ,0, \qquad \delta = +57^\circ,6.$$

» Ce point est situé entre ε^2 Girafe et η Persée, presque à égale distance des deux étoiles, un peu plus près de η cependant, non loin de ζ Persée.

» Il est intéressant de rapprocher ce résultat de celui que nous avons obtenu en 1873, à Toulouse, avec Tisserand. Cette année-là, nous avions :

$$\alpha = 44^\circ,0, \qquad \delta = +56^\circ,6.$$

» Toutes réductions faites et vu l'incertitude de ce genre de déterminations, on peut considérer ces résultats, obtenus à vingt-huit ans de distance, comme concordants, bien que la différence en déclinaison se montre un peu trop forte.

» Nous nous étions préparés, ces jours derniers, à l'observation des Léonides; mais le 13 et le 14 novembre, le ciel est resté complètement couvert. Les observations commencées dès le 12, par M. Javelle, avaient fourni, par un temps des plus médiocres, 9 étoiles, la plupart sporadiques, entre $1^h 45^m$ et $2^h 50^m$ du matin. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le « Cours d'Électricité, professé à la Faculté des Sciences de Paris, par M. *H. Pellat;* Tome I : Électrostatique, Lois d'Ohm, Thermo-électricité ».

M. **Bouvier**, M. **Yves Delage**, M. **Henneguy** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, par le décès de M. *de Lacaze-Duthiers*.

ASTRONOMIE. — *Observations des Perséides, faites à Athènes.* Note de M. **D. Éginitis**, présentée par M. Lœwy.

« L'essaim des Perséides a été observé, cette année, à l'Observatoire d'Athènes, pendant quatre soirées de suite, du 9 au 12 du mois d'août. Le temps était très beau; on voyait des étoiles jusqu'à la sixième grandeur. Voici les résultats de ces observations :

Jour.	Heure.	Nombre de météores.	Nombre horaire.	Radiants.	
9......	$9^h.15^m-16^h.0^m$	30	4	$\alpha = 46^\circ$	$\delta = 57^\circ$
10......	9.45-16.10	94	15	$\alpha = 44$	$\delta = 57$
11......	9.45-16.20	202	31	$\alpha = 44, 45^\circ$	$\delta = 54, 58^\circ$
12......	8.50-16. 0	169	24	$\alpha = 48$	$\delta = 58$

» Le maximum a été observé le 11, de 15^h à 16^h. Le radiant de l'essaim présente un *déplacement* très sensible. Les météores étaient, en grande partie, jaunes ou jaune rougeâtre et faibles.

» On doit remarquer aussi que, cette année, les Perséides étaient beau-

coup plus nombreuses que l'année précédente, et que leurs points d'émanation n'étaient pas fort dispersés.

» Outre ces météores, on en a observé quelques-uns encore émanant de la Petite Ourse, de Cassiopée, d'Andromède, de α Persée et du Bélier. »

NAVIGATION. — *Loch manométrique différentiel.* Note de MM. **Émile Raverot** et **Pierre Belly**.

« Le principe découvert et préconisé en 1732, par Pitot, « pour mesurer la vitesse des eaux courantes et le sillage des vaisseaux (¹) », est resté longtemps inutilisé.

» Actuellement encore, son application usuelle est limitée à l'hydraulique fluviale; elle ne date que de peu d'années et n'a prévalu qu'avec l'adjonction du tube jaugeur de Darcy et Bazin (c'est-à-dire avec un tube d'équilibre statique suivant le terme défini par M. Ritter) (²).

» Le fonctionnement de notre loch manométrique différentiel est fondé pareillement sur l'emploi simultané du tube de Pitot et du tube jaugeur de Darcy et Bazin. En outre, l'instrument comporte des dispositions accessoires, essentielles pour sa destination à la navigation maritime :

» La mesure absolue, sans coefficient instrumental, de la pression différentielle exercée sur les deux sortes d'ajutages;

» L'amortissement des indications manométriques, assurant une stabilité suffisante des lectures malgré le roulis et le tangage;

» Le contrôle à volonté du fonctionnement de l'appareil en cours de route, à l'aide d'une manœuvre rapide.

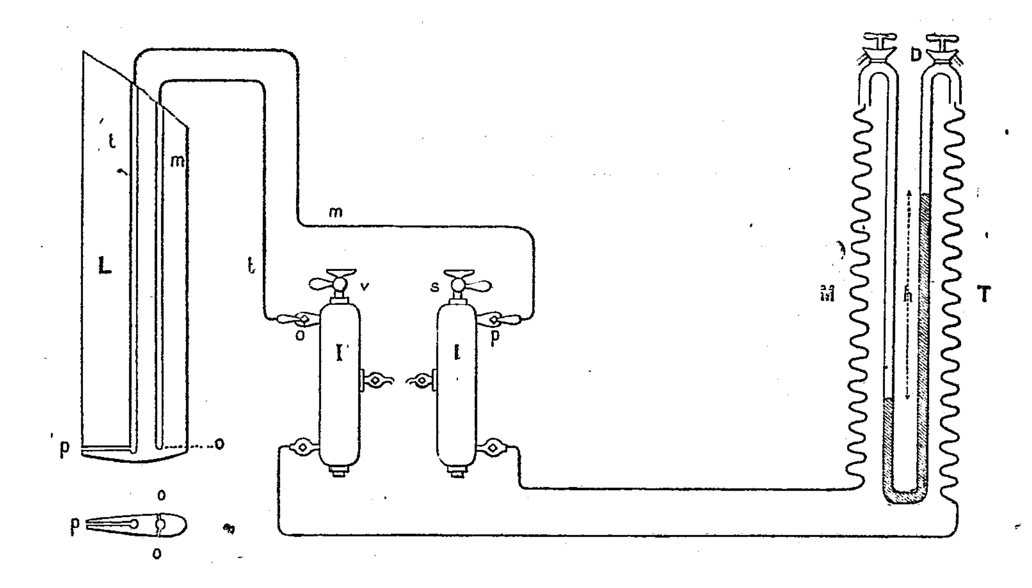
» La partie essentielle de l'organe immergé au dehors des œuvres vives de l'avant du navire est représentée en L sur la figure : l'axe de l'ajutage p (tube de Pitot proprement dit) est dirigé dans le sens de l'axe du bâtiment et communique au tube t la pression résultant du mouvement et de l'immersion; au contraire, les orifices o du tube d'équilibre (tube jaugeur de Darcy et Bazin) sont disposés normalement au déplacement relatif des filets liquides et la pression communiquée au tube m est seulement la pression statique d'immersion.

» La différence h des pressions exercées en marche au tube de Pitot et dans le tube d'équilibre est fonction de la vitesse corrélative v, suivant la loi de Torricelli $v = \sqrt{2gh}$;

(¹) *Mémoires de l'Académie*, novembre 1732.

(²) *Annales des Ponts et Chaussées*, 6ᵉ série, t. IX, 1885, p. 1060, et note p. 1155.

la communication au manomètre D s'opère par une double transmission hydraulique et, par suite, sans coefficient instrumental. Chaque transmission comprend un tuyautage distinct reliant l'un des ajutages p ou o à l'une des branches du manomètre avec



réservoir intermédiaire séparateur I ou I' (muni de robinets pour le contrôle du fonctionnement en marche), et une certaine longueur de tube de faible diamètre pour l'amortissement du manomètre et la stabilité des lectures.

» Les réservoirs séparateurs sont situés dans le navire, au-dessous de la flottaison, et reçoivent, à leurs parties supérieures, par les tuyautages d'arrivée t et m, l'eau de mer admise aux ajutages p et o. La partie inférieure de chaque réservoir, ainsi que le tuyautage correspondant au manomètre M ou T, est remplie, au préalable, d'un liquide insoluble, de densité supérieure, assurant la continuité hydraulique de la transmission.

» En se reportant à la figure, on comprendra facilement que la manœuvre des deux robinets supérieurs de chacun des deux réservoirs séparateurs (p et s, o et v) assure à volonté les communications nécessaires au fonctionnement de l'instrument et à son contrôle.

» Un navire en marche est accompagné dans son déplacement par une onde de translation qui fait varier de toutes parts, autour de la carène, les valeurs de la vitesse relative des filets liquides et leur pesanteur apparente. La vitesse effective et l'immersion apparente sur les ajutages du tube plongeur du loch n'échappent pas à cette influence; elle se traduit, en réalité, par la nécessité d'un repérage expérimental sur base précisant la valeur de quelques points de l'échelle de lecture du loch. Nous énonçons le fait,

ayant nous-mêmes établi les échelles de graduation en nœuds des lochs installés sur le *Latouche-Tréville*, le *Pothuau* et le *Cassini* ([1]). »

PHYSIQUE. — *Lois du rayonnement aux basses températures.* Note de M. **Compan**.

« J'ai repris les expériences de Dulong, Petit et Desains, en étudiant le refroidissement d'une boule de cuivre de 2^{cm} de diamètre, noircie, de pouvoir émissif maximum ([2]), dans laquelle est noyée une soudure d'un couple cuivre-constantan dont les deux fils permettent de la suspendre au centre d'un ballon en verre de 8^{cm} de diamètre. On peut introduire dans ce ballon de l'air sec à différentes pressions, ou faire le vide au moyen d'une trompe à six chutes. Une petite rondelle en carton noirci, tenue par les deux fils, complète la surface du ballon et diminue l'influence perturbatrice du col.

» Le vide étant préalablement poussé à sa limite extrême, la boule est chauffée sans la sortir du ballon, en y projetant au moyen d'une lentille le cratère positif de l'arc électrique; sa température peut dépasser 320°. Je n'ai pas noirci l'intérieur du ballon, l'expérience ayant démontré que le pouvoir émissif du verre est égal à celui du noir de fumée aux basses températures.

» Le ballon est plongé dans la glace fondante, ou dans le mélange pâteux de neige carbonique et d'éther, ou enfin dans l'air liquide : la seconde soudure du couple se trouve dans cette enceinte refroidissante.

» Le couple a été formé en soudant directement par fusion les extrémités des fils de cuivre et de constantan dans la flamme d'un bunsen. Il a été gradué en prenant comme repères les points d'ébullition et de fusion indiqués par M. D. Berthelot ([3]) (benzophénone, aniline, eau, sulfate sodique), qui ont été comparés au thermomètre normal. Le courant est envoyé dans un galvanomètre à cadre mobile, très sensible, shunté au millième : la graduation est à $3^{m},50$ du miroir. Le couple employé satisfait exactement à la relation

$$E = at + bt^2 \qquad \text{avec} \qquad \log a = 0,07329 \qquad \log b = \bar{4},96957.$$

» Pour déterminer les vitesses, je notais au moyen d'un chronomètre pointeur les passages sur le fil du réticule de deux divisions distantes de 5^{mm} (par exemple : 435

([1]) Le système que nous décrivons a été breveté le 8 mai 1893; il a, dès à présent, la sanction d'un usage expérimental de quelques années à bord des bâtiments de la marine française.

([2]) Crova et Compan, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 707.

([3]) *Rapports présentés au Congrès international de Physique,* t. I, p. 177.

et 430, puis 415 et 410), et dans cet intervalle, qui correspond à un excès de 3°,9 environ, j'appliquais la formule de Newton $t_1 = t_0 \left(\frac{1}{\mu}\right)^x$, x étant le temps qui sépare les deux passages correspondant aux températures t_0 et t_1; d'où, pour la vitesse à une température t intermédiaire entre t_0 et t_1, $v = t \log \mu$. Je construisais à chaque fois la courbe reliant les vitesses aux températures.

» Après avoir fait le vide le plus parfait donné par l'appareil (la jauge de Mac Leod a indiqué une pression inférieure à un millième de millimètre), j'ai mesuré les vitesses de refroidissement : 1° de 302° à 0° (glace fondante); 2° de + 174°,3 à — 79°,2 (éther et neige carbonique); 3° de + 15° à — 182°,50 (air liquide), et j'ai essayé de représenter ces valeurs avec les formules de Dulong et Petit, de Stéfan et de Weber, sur le rayonnement.

» On doit avoir : 1° (Dulong et Petit) $m = \frac{v}{a^\theta (a^p - 1)}$, $a = 1,0077$, θ température centigrade de l'enceinte ; t excès du corps sur l'enceinte;

» 2° (Stéfan) $m = \frac{v}{T^4 \theta^4}$, T; θ températures absolues du corps et de l'enceinte;

» 3° (Weber) $m = \frac{v}{T_n^T \theta_n^\theta}$ où $n = 1,0042$, m étant une constante.

» Voici quelques valeurs de m tirées de mes séries d'observations.

Glace fondante : $\theta = 0$, $\Theta = 273$.

T................	575,47	550,82	525,50	499,47	472,65	445	416,4	386,83	356,02	323,95
Dulong et Petit $m \times 10^6$..	2048	2155	2273	2382	2493	2574	2651	2720	2697	2553
Stéfan $m \times 10^{15}$.	1804	1847	1907	1965	2035	2090	2163	2240	2254	2236
Weber $m \times 10^8$..	3344	3373	3420	3430	3443	3407	3358	3258	3079	2674

Éther et neige carbonique : $\theta = -78,2$, $\Theta = 194,8$.

T....................	421,37	394,45	366,80	338,20	308,6	277,82	245,76
Dulong et Petit $m \times 10^6$..	2962	2954	2988	2913	2800	2458	2294
Stéfan $m \times 10^{15}$.	2529	2578	2695	2750	2704	2657	2718
Weber $m \times 10^8$..	3760	3624	3548	3352	3128	2671	2422

Air liquide : $\theta = -182,5$, $\Theta = 90,5$.

T......................	276,54	248,33	219,25	189,06	157,66
Dulong et Petit $m \times 10^6$..	1996	1649	1345	1036	839
Stéfan $m \times 10^{15}$.	2698	2878	2500	2393	2542
Weber $m \times 10^8$..	2083	1878	1342	1016	809

» De l'examen de ces valeurs il résulte que : 1° la formule de Dulong

et Petit ne s'applique à ces résultats que dans l'intervalle de 0° à 200° centigrades ; en prenant pour *m* la moyenne des valeurs données dans cet intervalle, les vitesses calculées de part et d'autre seraient plus fortes que celles observées.

» 2° La formule de Stéfan est celle qui s'applique le mieux depuis la température d'ébullition de l'air liquide jusqu'à 302° ; toutefois, à partir de 150° jusqu'à 300°, elle donnerait des vitesses un peu trop fortes.

» 3° Enfin la formule de Weber ne s'applique pas aux basses températures ; mais, à partir de 100° environ jusqu'à la limite extrême où j'ai opéré (302°), elle prendrait l'avantage sur celle de Stéfan et représenterait mieux le phénomène.

» Les résultats dus à l'action refroidissante de l'air seront exposés dans une Note ultérieure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons de l'or avec le chlore.* Note de M. **Fernand Meyer**, présentée par M. H. Moissan.

« Deux chlorures d'or sont bien connus ; ils répondent aux formules $AuCl^3$ et AuCl. Le premier a été préparé par Debray ([1]) en chauffant l'or dans le chlore à 300°. Le chlorure cristallisé se dépose dans les parties plus froides. Krüss ([2]) n'a pu faire cette réaction en maintenant la température constante. Il chauffe à 220° et laisse refroidir à 150°. De petites quantités de chlorure se volatilisent. En recommençant cette opération cent fois il n'a pas obtenu plus de $0^{gr}, 115$ de chlorure aurique cristallisé pur.

» Le second : chlorure aureux, AuCl, s'obtient en chauffant le premier à une température qui varie, suivant les auteurs, entre 120° et 200°.

» Prat a décrit d'autres combinaisons plus chlorées que $AuCl^3$, dont l'existence ne peut plus être admise ; enfin Thomsen et Petersen ont décrit un chlorure $AuCl^2$ intermédiaire. Ils en ont maintenu l'existence malgré les travaux de Krüss et Schmidt. M. Lindet n'a pas non plus reproduit ce chlorure de Thomsen. Il explique les expériences de Thomsen parce que l'action directe du chlore sur l'or s'arrête avant la transformation totale en trichlorure, la masse s'empâtant.

([1]) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 981.
([2]) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, p. 211 ; 1887.

» M. T.-K. Rose [1] a fait des essais sur la dissociation du chlorure, mais il opère sur des corps mal définis, ne décrit pas d'appareil et ne donne aucun chiffre. Il a étudié la volatilité du chlorure dans le tube chaud et froid de Deville à des températures élevées.

» Les recherches qui font l'objet de cette Note ont eu pour but :

» 1° De transformer *totalement* une quantité donnée d'or en chlorure aurique cristallisé par le chlore seul.

» 2° D'étudier la dissociation du composé obtenu, afin d'établir le nombre de chlorures d'or et afin de préciser les conditions dans lesquelles le chlorure aurique donne le chlorure aureux.

» I. Le chlorure aurique est préparé par l'action du *chlore liquide* sur l'or. Le chlore liquide dissout le chlorure, surtout à chaud, en prenant une teinte plus foncée que le chlore pur à la même température. Il abandonne par refroidissement de beaux cristaux de chlorure aurique d'un rouge vineux, très avides d'eau.

» Pour manipuler le chlore liquide, nous avons employé la méthode indiquée par M. Moissan [2].

» De l'or en poudre fine est placé au fond d'un tube propre et sec. On fait le vide dans le tube et l'on y fait arriver un courant de chlore sec, en refroidissant par de la neige carbonique et de l'acétone. Le tube s'emplit de chlore liquide. On le scelle.

» L'attaque commence dès la température ordinaire; l'or se transforme en une masse cristalline rouge; l'action de l'eau sur cette masse montre qu'elle contient au centre de l'or inaltéré.

» Deux de ces tubes ont été laissés un mois à la température ambiante. L'analyse donne une proportion d'or combiné inférieure à celle qui correspondrait à la formule $AuCl^2$

	Tube I.	Tube II.	Calculé pour $AuCl^2$.
Au pour 100................	71,58	72,08	73,5

» D'autres tubes ont été chauffés : tube III, dix fois à 70°; tube IV, vingt fois à 100°; tube V, quarante fois à 100°.

» Ces deux derniers ne contiennent plus que du chlorure cristallisé $AuCl^3$ entièrement soluble dans l'eau et dans lequel l'or et le chlore ont été dosés.

	Tube III.	Tube IV.	Tube V.	Calculé pour $AuCl^3$.
Au pour 100...........	67,28	63,82	64,71	64,86

» II. On a préparé comme ci-dessus du chlorure aurique et fixé rapidement le tube même qui avait servi à la préparation sur un appareil à dissociation.

» Le tube contenant le chlorure est chauffé par un bain de glycérine. Il peut être

(1) *Proceedings of Chemical Society*, t. XI, p. 145.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 768.

mis en communication : d'une part avec un manomètre à mercure; d'autre part, soit avec une pompe ou une trompe à mercure, soit avec un appareil producteur de chlore.

» Afin d'éviter l'attaque du mercure par le chlore provenant de la dissociation, le mercure du manomètre est recouvert d'une couche de quelques centimètres d'acide sulfurique. Pour la même raison, on ne fait jamais le vide directement dans le tube contenant le chlorure, mais bien dans un réservoir communiquant avec le tube et d'où l'on peut chasser le chlore par une pompe à main et le remplacer par de l'air.

» La dissociation du chlorure aurique est sensible vers 150°. Il se dissocie en un corps gris vert et en chlore. Les pressions de dissociation ont été mesurées jusque vers 205°. A ce moment le chlorure aurique se volatilise et le système cesse d'être monovariant.

» En enlevant lentement du chlore du tube, la pression à une température t reprend toujours la même valeur p_1, jusqu'au moment où il n'y a plus assez de chlore dans l'appareil. Alors on peut voir que tout corps rouge a disparu ; il ne reste que AuCl gris vert et Au. Pour la même température t la pression prend une nouvelle valeur p_2 caractéristique de la dissociation de AuCl en Au et Cl. En continuant à extraire du chlore, la pression ne prend d'autre valeur constante que o et il reste de l'or dans le tube.

» La dissociation du chlorure aureux est sensible vers 170°; on l'a étudiée jusqu'à 240°. Ce chlorure n'étant pas volatil, le système reste monovariant.

» Voici quelques-uns des nombres trouvés :

Température.	Pression de dissociation de $AuCl^3 \rightleftarrows AuCl + Cl^2$ en centimètres de mercure.	Pression de dissociation de $AuCl \leftrightarrows Au + Cl$ en centimètres de mercure.
100°	0,6	»
150	1,2	»
170	3,1	1,4
185	6,7	2,1
190	8,5	2,6
207	17,4	6,5
233	»	17,2
240	»	22

» Ces chiffres et les chiffres intermédiaires déterminés viennent se placer sur deux courbes régulières.

» *En résumé :* On peut transformer totalement une quantité d'or donnée en chlorure aurique en beaux cristaux par l'action du chlore liquide, grâce à la différence de solubilité du chlorure dans le chlore à chaud et à froid. L'étude de la dissociation de ce chlore permet de préciser les conditions de température et de pression dans lesquelles il faut se placer pour obtenir

$AuCl^3$ ou $AuCl$. Cette étude montre qu'il existe une seule combinaison moins chlorée que $AuCl^3$, qui est $AuCl$.

» Nous nous proposons de publier le résultat de recherches analogues sur les autres combinaisons halogénées de l'or. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide dioxyisopropylhypophosphoreux.* Note de M. C. MARIE, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Note publiée récemment (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 219), j'ai montré que l'on pouvait extraire, des produits de la réaction de PO^2H^3 sur l'acétone, trois acides répondant aux formules

$$PO^2H^3, 2C^3H^6O,\ PO^2H^3, C^3H^6O \text{ et } PO^3H^3, C^3H^6O.$$

Dans cette Note, je préciserai les propriétés et décrirai les principaux dérivés du premier de ces acides, $PO^2H^3, 2C^3H^6O$, f. 185°-186°.

» Cet acide perd facilement de l'acétone soit en le chauffant seul à 150°, soit en le faisant bouillir avec un excès d'un acide fort ou d'une lessive alcaline. Le bichlorure de mercure ne l'oxyde pas à froid, mais à l'ébullition il donne lieu à une perte d'acétone, et l'on obtient finalement l'acide PO^3H^3, C^3H^6O.

» L'oxyde de plomb donne également une décomposition incomplète, et la solution obtenue contient le sel de plomb de l'acide PO^2H^3, C^3H^6O. Nous reviendrons, d'ailleurs, sur ces faits à propos de ces deux acides.

» PRINCIPAUX SELS. — Les sels de l'acide dioxyisopropylhypophosphoreux peuvent se préparer par saturation directe de l'acide, par l'oxyde ou le carbonate. Ils semblent tous être solubles, la solution neutre du sel de soude ne précipitant aucune solution métallique. Ont été préparés et analysés les sels suivants : sel de sodium

$$(C^3H^6O)^2PO^2H^2Na, 3H^2O,$$

cristaux incolores, efflorescents, perdant leur eau à 100°. Ils sont solubles dans l'alcool et s'en séparent par évaporation en masses fibreuses brillantes.

» *Sel de plomb* $[(C^3H^6O)^2PO^2H^2]^2Pb, 2H^2O$, cristaux durs, efflorescents dans l'air sec, perdant leur eau à 100°. 100^gr d'eau dissolvent 27^gr,16 de ce sel, qui est insoluble dans l'alcool.

» *Sel d'argent* $(C^3H^6O)^2PO^2H^2Ag$; l'évaporation lente de sa solution donne ce sel sous forme de grandes aiguilles incolores très fragiles et facilement altérables à la lumière. Ce sel est peu soluble dans l'alcool, qui le précipite partiellement de sa solution aqueuse.

» *Sel de lanthane* $[(C^3H^6O)^2PO^2H^2]^6La^2$; ce sel est beaucoup moins soluble à chaud qu'à froid, et les cristaux qui se séparent de la solution portée à l'ébullition répondent à la formule ci-dessus. Le sel de cérium possède les mêmes propriétés.

» *Dérivé acétylé.* — L'anhydride acétique transforme l'acide en un corps fusible à 171°, dédoublable par les alcalis étendus en donnant de l'acide acétique et répondant à la formule d'un dérivé diacétylé $(C^3H^6)^2PO^2H(C^2H^3O)^2$. Ce corps étant assez difficile à purifier, on a préparé le dérivé benzoylé correspondant, beaucoup plus caractéristique.

» *Dérivé benzoylé.* — Le chlorure de benzoyle ne fournit pas directement le corps cherché et l'on obtient une masse visqueuse sur laquelle nous reviendrons plus tard. Pour préparer ce dérivé, on emploie le procédé suivant : on dissout l'acide dans un excès de pyridine et l'on ajoute peu à peu le chlorure de benzoyle dissous dans l'éther. Après réaction, on verse dans l'eau et précipite par HCl; le corps obtenu, séché, est recristallisé dans le benzène bouillant. Il fond alors à 195°-196° et répond à la formule $(C^3H^6O)^2(C^6H^5CO)^2PO^2H$; il est très soluble dans l'alcool éthylique, l'alcool méthylique, l'acétone, très peu soluble dans l'éther et le benzène froid, très soluble dans le benzène bouillant.

» C'est un acide monobasique, ainsi que le montre son titrage acidimétrique; il fournit des sels alcalins solubles dans l'eau. Les sels des métaux lourds sont insolubles.

» L'ébullition prolongée avec un excès de soude titrée montre qu'il contient deux groupes benzoyles, et l'on peut ensuite facilement caractériser l'acide benzoïque dans les solutions obtenues.

» Ce sel de soude neutre traité par l'azotate d'argent donne le sel

$$(C^3H^6O)^2(C^6H^5CO)^2PO^2Az,$$

précipité volumineux, microcristallin, insoluble, altérable à la lumière.

» Ce sel donne avec les iodures alcooliques les éthers correspondants; les éthers méthyliques et éthyliques constituent des masses incristallisables répondant, d'après leur saponification et leur analyse, aux formules $(C^3H^6O)^2(C^6H^5CO)^2PO^2CH^3$ et $(C^3H^6O)(C^6H^5CO)PO^2C^2H^5$.

» Ces éthers sont solubles dans tous les solvants usuels, sauf l'eau.

» *Éthers de l'acide* $PO^2H^3, 2C^3H^6O$. — On traite le sel d'argent par un excès de l'iodure alcoolique à l'ébullition; on extrait ensuite l'éther formé par l'éther bouillant, et par refroidissement on obtient le corps cherché.

» L'éther éthylique fond à 95°; il constitue des cristaux limpides solubles dans les solvants usuels, même l'eau, de laquelle par évaporation il recristallise inaltéré. Il répond à la formule $(C^3H^6O)^2PO^2H^2C^2H^5$.

» L'éther méthylique ne diffère du corps précédent que par son point de fusion, 92°. Il correspond à la formule $(C^3H^6O)^2PO^2H^2CH^3$.

» *En résumé,* les formules des sels et des éthers montrent que cet acide est monobasique, comme l'acide hypophosphoreux dont il dérive; en outre, l'existence des dérivés diacétylé et dibenzoylé conduit à admettre dans cet acide la présence de deux oxhydriles et à lui attribuer par suite

la formule de constitution suivante :

$$\begin{array}{l}(CH^3)^2COH \\ \quad\quad\;\; | \\ \quad\quad\; POOH. \\ \quad\quad\;\; | \\ (CH^3)^2COH\end{array}$$

Ce corps est donc l'analogue de l'acide dioxybenzylphosphinique obtenu par M. Ville (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 659) en faisant réagir l'acide hypophosphoreux aqueux sur l'aldéhyde benzoïque et qui, d'après ses propriétés, doit posséder la constitution indiquée par la formule

$$\begin{array}{l}C^6H^5CHOH \\ \quad\quad\;\; | \\ \quad\quad\; POOH. \text{ »} \\ \quad\quad\;\; | \\ C^6H^5CHOH\end{array}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de quelques chlorures d'acides sur les sodacétylacétates de méthyle et d'éthyle.* Note de M. **Bongert**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 701), j'ai décrit, en collaboration avec M. Bouveault, l'action du chlorure de butyryle sur le sodacétylacétate de méthyle ; j'ai depuis généralisé cette étude en employant non seulement d'autres chlorures d'acides, mais encore un éther cétonique différent.

» L'action du chlorure de propionyle sur le sodacétylacétate d'éthyle m'a donné deux isomères que j'ai séparés à l'aide d'une solution saturée de carbonate de sodium.

» Le *C-propionylacétylacétate d'éthyle* est un liquide incolore, d'odeur faible, acide au tournesol, colorant en rouge le perchlorure de fer, bouillant à 112°-113° sous 20^{mm}, $d_4^0 = 1,091$. *Son sel de cuivre* constitue de belles aiguilles bleues fondant à 78°.

» L'*O-propionylacétylacétate d'éthyle* est un liquide incolore, bouillant à 121° sous 23^{mm}, $d_4^0 = 1,061$, ne colorant pas le perchlorure de fer.

» Le rendement en éther cétonique est de 59 pour 100 environ de la théorie.

» L'action du chlorure de butyryle sur le sodacétylacétate d'éthyle m'a également donné deux isomères que j'ai séparés comme les précédents.

» Le *C-butyrylacétylacétate d'éthyle* est un liquide incolore, bouillant à 112° sous 16^{mm}, $d_4^0 = 1,062$; *son sel de cuivre* forme des aiguilles bleues fondant à 89°.

» L'ammoniac sec dédouble l'éther cétonique d'une façon très nette en acétamide et *butyrylacétate d'éthyle*, liquide incolore, d'odeur agréable, bouillant à 101° sous 20^{mm}, $d_4^0 = 1,007$. Ce dernier a été obtenu récemment par M. Blaise dans l'action du cyanacétate d'éthyle sur le dérivé éthéro-organo-magnésien correspondant (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 979; 1901). Le rendement en éther dicétonique est de 56 pour 100 environ, et celui de l'éther monocétonique est de 69 pour 100 d'éther dicétonique employé.

» L'*O-butyrylacétylacétate d'éthyle* est un liquide incolore, bouillant à 112°-113° sous 10^{mm}, $d_4^0 = 1,033$. L'action du chlorure d'isovaléryle sur le sodacétylacétate de méthyle m'a donné le *C-isovalérylacétylacétate de méthyle*, liquide incolore, bouillant à 107°-108° sous 11^{mm}, $d_4^0 = 1,069$; *son sel de cuivre* constitue des aiguilles bleues à reflets blanchâtres, fondant à 137°.

» L'eau à 140°-150° sous pression le scinde en CO^2, CH^3OH et *isovalérylcétone*. Cette dernière constitue un liquide incolore, d'odeur de fruits très agréable, bouillant à 76° sous 19^{mm}, $d_4^0 = 0,936$; *son sel de cuivre* est en petits cristaux bleus fondant à 142°.

» L'ammoniac sec dédouble également l'éther dicétonique d'une façon très nette en acétamide et *isovalérylacétate de méthyle*, liquide incolore, d'odeur faible, bouillant à 95° sous 19^{mm}, $d_4^0 = 1,006$, dont le *sel de cuivre* est en petits cristaux verts, fondant à 136°.

» L'*isobutylpyrazolone* qu'il donne avec l'hydrazine constitue de belles paillettes blanches fondant à 229° en se sublimant partiellement.

» L'*O-isovalérylacétate de méthyle* est un liquide incolore, d'odeur désagréable, bouillant à 113°-114° sous 11^{mm}, $d_4^0 = 1,039$.

» L'action du chlorure de caproyle sur le sodacétylacétate de méthyle m'a donné :

» Le *C-caproylacétylacétate de méthyle*, liquide incolore, bouillant à 144° sous 21^{mm}, $d_4^0 = 1,056$, dont le *sel de cuivre* est en aiguilles bleues à reflets blanchâtres fondant à 92°.

» L'eau sous pression (140°-150°) le dédouble en CO^2CH^3OH et *caproylacétone*, liquide incolore, d'odeur de fruits, bouillant à 98°-100° sous 20^{mm}, $d_4^0 = 0,936$, fondant à —18° et identique au produit préparé tout récemment par MM. Moureu et Delange (*Bull.*, t. XXV, p. 306), sous le nom d'acétylcaproylméthane, dans l'hydratation de l'acétylœnanthylidène.

» *Son sel de cuivre* constitue de petits cristaux bleus à reflets blanchâtres fondant à 134°. L'ammoniac sec dédouble ce même C-caproylacétylacétate de méthyle en acétamide et *caproylacétate de méthyle* avec un rendement de 70 pour 100 de l'éther employé; ce dernier est un liquide incolore, bouillant à 118° sous 19^{mm}, $d_4^0 = 0,991$; l'*amylpyrazolone*, qu'il donne avec l'hydrazine, constitue de belles lamelles blanches fondant à 195°.

» L'*O-caproylacétylacétate de méthyle* est un liquide incolore, bouillant à 142° sous 16^{mm}, $d_4^0 = 1,026$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation des alcools non saturés par l'action de contact; obtention de la vanilline.* Note de M. **A. Trillat**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai appliqué la méthode d'oxydation par action de contact aux alcools non saturés de la série grasse en utilisant le même dispositif que celui qui m'avait servi à l'oxydation des alcools saturés ([1]), et qui permet de faire passer des vapeurs du corps étudié sur une spirale ou sur une toile métallique chauffée.

» Dans cette nouvelle étude, il était intéressant de constater quelle était l'influence d'une double liaison dans les alcools non saturés, et si les produits d'une oxydation limitée, formés sous l'influence d'une substance de contact à haute température, étaient les mêmes qu'en opérant avec les oxydants chimiques.

» 50gr d'alcool allylique, d'un point de distillation de 87° à 104°, ont été placés dans le ballon d'entraînement; on a porté la température du bain-marie à 95° et l'on a fait passer le courant d'air pendant une heure et demie.

» Une fois la réaction amorcée, j'ai constaté que la chaleur dégagée par l'oxydation était capable de maintenir la spirale de platine ou la toile métallique à l'incandescence rouge sombre, sans qu'il fût nécessaire de la chauffer.

» Le produit d'oxydation provenant de la condensation des vapeurs après passage sur la spirale de platine réduit fortement le nitrate d'argent ammoniacal et donne un abondant précipité avec l'eau d'aniline. Pour caractériser les produits d'oxydation, on a distillé le liquide provenant des divers flacons condenseurs; dans une rectification, on a obtenu un liquide passant de 51° à 53° qui a été caractérisé comme étant formé en grande quantité d'acroléine (rendement 5,8 pour 100 du poids de l'alcool employé). La réaction se passe donc d'après la formule :

$$CH^2 : CH.CH^2OH + O = CH^2 : CH.CHO + H^2O.$$

» En continuant la recherche qualitative des produits condensés, on trouve qu'il se forme des quantités notables de formaldéhyde, en même temps qu'un peu d'aldéhyde glycolique ou de glyoxal (obtention, par l'action de la phénylhydrazine, de glyoxalosazone fusible à 178°-179°). Ces corps proviennent vraisemblablement d'une action secondaire due à la rupture de la molécule d'acroléine sous l'influence d'une oxydation prolongée :

$$CH^2 : CH.CHO + O^2 = CH^2O + CHO.CHO.$$

([1]) *Comptes rendus*, 1891.

» *Alcools non saturés de la série aromatique. Oxydation de l'isoeugénol en vanilline.* — J'ai voulu étendre la méthode aux alcools de la série aromatique et je l'ai appliquée d'abord à l'alcool cinnamique :

$$C^6H^5CH:CH.CHO$$

qui, dans les mêmes conditions d'expérience que précédemment, m'a fourni de l'aldéhyde cinnamique; mais le cas de transformation le plus remarquable est celui qui est obtenu en partant de l'isoeugénol.

» La transformation de l'isoeugénol en vanilline est actuellement réalisée en grand par deux méthodes; l'une de ces méthodes consiste à employer les oxydants à bases métalliques, et l'autre, plus récente, utilise les propriétés oxydantes de l'ozone.

» 100gr d'isoeugénol, d'un point de distillation de 250°, ont été placés dans le ballon à entraînement chauffé au bain-marie à 95° et aspirés par un courant d'air.

» L'oxydation a été effectuée au rouge sombre. Les vapeurs, après le passage sur la toile métallique, ont été immédiatement refroidies afin d'éviter la pyrogénation. Le liquide contenu dans les récipients de condensation a été agité avec une solution de bisulfite de sodium. Après plusieurs lavages à l'éther pour enlever l'excès d'isoeugénol, la combinaison bisulfitique a été chauffée au bain-marie, décomposée par l'acide sulfurique et finalement traitée par l'éther dans le but d'extraire la vanilline.

» J'ai obtenu par évaporation 2gr,9 de vanilline brute, présentant après purification tous les caractères d'un produit pur (point de fusion 80°). Les résidus sont constitués en grande partie par de l'isoeugénol non transformé.

» La réaction s'est passée d'une manière analogue à la précédente, c'est-à-dire qu'il y a eu rupture de la chaîne latérale à l'endroit de la double valence avec fixation d'oxygène :

$$\underbrace{C^6H^3\begin{cases}OH\\OCH^3\\CH:CH.CH^3\end{cases}}_{\text{Isoeugénol.}} \qquad \underbrace{C^6H^3\begin{cases}OH\\OCH^3\\CHO\end{cases}}_{\text{Vanilline.}}$$

» Dans une étude sur la préparation de la vanilline par l'ozone, j'ai indiqué que l'oxydation de l'isoeugénol était bien mieux réalisable en grand que lorsqu'on l'effectuait sur de petites quantités (¹). Dans ce cas, le rendement (en partant de 50gr d'isoeugénol oxydé par l'ozone) n'a été que de 1gr,6. Il ne semble donc pas impossible *a priori* de réaliser en grand la préparation de la vanilline par l'action de contact, la question de masse intervenant généralement comme facteur favorable.

» L'eugénol a également fourni par la même méthode de la vanilline. Le safrol, l'anéthol et leurs isomères se sont moins bien comportés.

(¹) *Moniteur scientifique*, mai 1898.

» *En résumé*, l'action des phénomènes catalytiques provoqués par le contact de certaines substances poreuses, à une température élevée, peut être généralisée aux alcools non saturés de la série grasse et de la série aromatique.

» Sous cette influence, il y a rupture de la molécule à l'endroit de la double liaison avec formation d'une aldéhyde : l'oxydation est même assez énergique pour maintenir l'incandescence du corps de contact, comme dans le cas de l'alcool allylique.

» La transformation partielle de l'isoeugénol en vanilline était particulièrement intéressante à signaler. »

EMBRYOLOGIE. — *Cinèses spermatocytiques et chromosome spécial chez les Orthoptères.* Note de M. **R. de Sinéty**, présentée par M. Alfred Giard.

« I. Les travaux parus jusqu'ici sur la spermatogenèse des Insectes, et particulièrement des Orthoptères, interprètent les diverses figures relatives à l'évolution des groupes quaternes en faisant intervenir au moins une division transversale, réductionnelle au sens de Weismann. Celle-ci, d'après un Mémoire récent de Mc Clung (1900) [1], se placerait, chez les Acridiens, à la deuxième cinèse sexuelle et consisterait dans la libération de chromosomes simples, que la division longitudinale réalisée à la première cinèse aurait laissés aboutés.

» Nous avons rencontré, dans nos recherches sur les principales familles d'Orthoptères (Forficulides, Phasmides, Acridides, Locustides, Gryllides), des images très semblables à celles de Mc Clung, mais avec des circonstances, particulièrement expressives chez les Acridiens, qui nous obligent à admettre une *double division longitudinale*.

» Un premier clivage, observé d'ailleurs par la grande majorité des auteurs, est manifeste dans nos objets. La seconde division, après s'être montrée avec beaucoup de netteté, disparaît temporairement, comme dans toutes les espèces où on l'a rencontrée jusqu'ici, durant la condensation des groupes quaternes, mais nous la voyons réapparaître à l'anaphase : elle y donne lieu aux mêmes figures que dans les cinèses polliniques des Liliacées; c'est-à-dire, dans le cas de mises au fuseau médianes ou subterminales, à des doubles V opposés ou à des V *à queue* sur lesquels princi-

(1) Mc Clung, *The spermatocyte divisions of the Acrididæ* (*Kansas Quart.*, 1900).

palement se sont appuyés les botanistes qui ont établi la réalité de la double division longitudinale [Guignard, 1899 (1), Grégoire, 1899 (2), Strasburger, 1900 (3)].

» Ce parallélisme est le point principal qu'il nous importait de constater. Sans chercher à le faire ressortir par des développements qui trouveront mieux leur place dans un travail *in extenso*, actuellement en cours d'impression, nous ferons remarquer que toutes les formes définitives des groupes quaternes, si semblables entre elles, non seulement chez les Insectes, mais chez tous les animaux et même chez les végétaux, s'interprètent le plus naturellement dans l'idée d'une double division longitudinale.

» La forme en anneau, entre autres, forme préférée par Mc Clung pour étayer sa théorie, nous apparaît dans nos objets avec des caractères qui répugnent à l'hypothèse d'une division transversale.

» La tétrade, autre forme de quaterne si générale, d'après quelques auteurs, qu'on devrait la considérer comme typique chez les Arthropodes, se rencontre quelquefois dans celles de nos espèces où les chromosomes sont beaucoup plus petits (Forficules, Phasmes); mais elle s'interprète aisément comme le résultat d'une condensation nucléinienne aux extrémités de bâtonnets frères croisés ou parallèles, condensation dont on peut suivre tous les degrés chez les espèces à chromosomes plus grands. En tout cas, la position à la métaphase n'est pas celle qu'exigeraient les schémas de Vom Rath (4) : le plan de l'équateur, au lieu de séparer deux groupes géminés, contient une diagonale de la tétrade.

» II. Mc Clung (1899) (5) a découvert chez *Xiphidium fasciatum* de Geer, un chromosome de caractères spéciaux, *accessory chromosome*, qui se divise pourtant comme les autres dans les spermatocytes, de telle sorte que chaque spermatide reçoit un quart de sa substance. Nous retrouvons ce chromosome chez un autre Locustien, *Orphania denticauda* Charp.;

---

(1) Guignard, *Le développement du pollen et la réduction chromatique dans le* Najas major (*Arch. Anat. Micr.*, t. II; 1899).

(2) Grégoire, *Les cinèses polliniques chez les Liliacées* (*Cellule*, t. XVI; 1899).

(3) Strasburger, *Ueber Reductionstheilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich*. Iena; 1900.

(4) Vom Rath, *Zur Kenntniss der Spermatogenese von* Gryllotalpa vulgaris (*Arch. mikr. Anat.*, B. XL; 1892).

(5) Mc Clung, *A peculiar nuclear element in the male reproductive cells of Insects* (*Zool. Bull.*, t. II, 1899).

mais à l'anaphase du spermatocyte de premier ordre il passe tout entier dans une des cellules filles, où il se divisera à la seconde cinèse sexuelle, de telle sorte que, sur les quatre spermatides qui représentent la descendance d'un même spermatocyte de premier ordre, deux seront avantagées par rapport aux deux autres. Dans cette espèce on trouve effectivement des spermatides ayant 16 chromosomes et d'autres n'en ayant que 15, tandis que les spermatocytes de premier ordre ont tous 15 chromosomes ordinaires, plus un chromosome spécial; les spermatogonies en comptent 30 ordinaires et 1 spécial.

» Ce partage inégal d'un chromosome se réalise, d'après les travaux de Paulmier (1899) (1), de Montgomery (1901) (2), chez divers Hémiptères, mais avec cette différence que le chromosome spécial (*small chromosome* de Paulmier, *chromosome x* de Montgomery) franchit sans y prendre part la deuxième cinèse au lieu de la première.

» La même inégalité dans la distribution finale de la nucléine existe aussi chez les Phasmes, où elle est réalisée par un tout autre procédé. Dans les spermatocytes de *Leptynia attenuata* Pant., le chromosome spécial n'est pas indépendant comme chez *Orphania;* il est accolé perpendiculairement à l'extrémité d'un quaterne ordinaire en bâtonnet, le tout ayant la forme d'un L. A la fin de l'anaphase de la première cinèse, le quaterne se sépare en deux dyades, dont l'une entraîne au pôle le chromosome spécial attenant. »

BIOLOGIE. — *Des colorations bleue et verte de la peau des Vertébrés.* Note de MM. **Camichel** et **Mandoul**, présentée par M. Alfred Giard.

« Les colorations bleue et verte sont très répandues chez les Vertébrés. Les Poissons (taches bleues des Maquereaux, du Callionyme lyre), les Amphibiens (Rainette, Grenouille verte, Tritons), les Reptiles (Lézard vert), les Oiseaux (peau de la région cervicale de la Pintade et du Casoar) et les Mammifères (museau du Mandril, peau du scrotum de quelques Singes, l'iris, les peaux tatouées) en présentent de nombreux exemples.

---

(1) Paulmier, *The spermatogenesis of* Anasa tristis (*J. Morphol.*, t. XV, suppl.; 1899).

(2) Montgomery, *A study of the chromosomes of the germ cells of Metazoa* (*Tr. Amer. Phil. Soc.*, t. XX; 1901).

» Ces colorations ont cette particularité de n'être pas dues à un pigment spécial qui donnerait sa couleur à la peau, mais à un phénomène physique complètement différent. Toutes les peaux bleues ne renferment, en effet, qu'un pigment noir. Les peaux vertes ont deux pigments : un pigment noir et un pigment jaune.

» Nous nous sommes demandé par quel mécanisme le pigment noir pouvait produire une coloration bleue. Pouchet, qui a étudié ces colorations, les rapporte à la fluorescence; les radiations obscures ultra-violettes, pour cet auteur, seraient réfléchies, ralenties, et devenues visibles. En raison de la fréquence de ce phénomène et de son indépendance de toute structure anatomique définie, Pouchet l'appela *cérulescence*.

» Des recherches que nous avons faites il résulte que ces peaux ont les mêmes propriétés que les milieux troubles artificiels, tels que le noir de fumée et l'encre de Chine.

» Comme les milieux troubles, en effet, les peaux bleues et vertes ont : 1° la propriété générale d'être rougeâtres par transmission et bleuâtres par diffusion; 2° elles renferment des granulations pigmentaires dont les dimensions sont dans le même ordre de grandeur que la longueur d'onde (2μ environ chez la Rainette).

» L'étude de la loi du coefficient d'absorption de ces peaux au spectrophotomètre permet d'établir une comparaison complète de la coloration bleue avec le phénomène des milieux troubles. Toutes les peaux ne se prêtent pas également à cette étude. Elles doivent satisfaire, en effet, aux conditions suivantes : 1° ne renfermer que du pigment brun; 2° être homogènes; 3° être transparentes.

» La peau de Rainette à laquelle nous nous étions d'abord adressés ne convient pas à l'examen spectrophotométrique, à cause de la présence du pigment jaune. Les peaux de Poissons et de Reptiles (région sous-maxillaire du Lézard, d'un beau bleu) ne sont pas assez homogènes; les tatouages de Mammifères sont trop opaques. Après de nombreux essais, nous avons adopté la peau de Pintade. Dans la région cervicale, la peau dénudée a une belle coloration bleue; cette peau, très mince et suffisamment homogène, se prête très bien à l'examen spectrophotométrique. Cet examen nous a donné les résultats suivants :

» Le coefficient d'absorption de la lumière, dans la peau, est une fonction rapidement décroissante, quand la longueur d'onde augmente. Donc, pour les grandes longueurs d'onde (radiations peu réfrangibles), le coefficient d'absorption de la peau a une valeur faible; au contraire, pour les

petites longueurs d'onde (radiations très réfrangibles), le coefficient a une valeur considérable.

» Les courbes obtenues avec la peau et les milieux troubles artificiels (noir de fumée, encre de Chine) sont absolument comparables.

» L'étude des peaux vertes présente plus de difficultés, la présence du pigment jaune modifiant la formule de l'absorption. La comparaison directe de la peau et d'un milieu artificiel est également impossible. On peut, en mélangeant convenablement de l'acide picrique et de l'encre de Chine, chercher à faire artificiellement un milieu assez analogue à la peau, mais il est difficile d'établir une comparaison aussi rigoureuse que celle du noir de fumée et de la peau de la Pintade.

» Nous ferons remarquer que, grâce à ce phénomène, les radiations rouges calorifiques utiles à l'organisme sont absorbées, les radiations violettes et ultra-violettes, nocives pour les tissus (érythème solaire, variole, etc.) sont rejetées à l'extérieur. La peau se comporte donc comme une sorte d'écran perméable aux radiations utiles, imperméable aux radiations nocives. Les colorations bleue et verte constituent un acte de défense de l'organisme contre les radiations nuisibles. »

CHIMIE ANIMALE. — *Relation entre le foie, la peau et les poils, au point de vue des pigments et du fer.* Note de M. N. **Floresco**, présentée par M. Armand Gautier.

« Nous avons montré, chez l'escargot, la relation qui existe entre le foie, le manteau et la coquille au point de vue des pigments.

» Chez un escargot à coquille d'une couleur foncée, en regardant le manteau qui couvre la chambre pulmonaire, on voit des traînées de pigment noir cheminant le long des vaisseaux et ayant un aspect brun noir. Le foie du même animal est d'une couleur noire.

» L'escargot, avec coquille d'une couleur jaune gris, présente un manteau presque clair : quelques traînées de pigment seulement se trouvent le long des vaisseaux. Le foie aussi est d'une couleur jaunâtre.

» Il y a des escargots à formes intermédiaires.

» Ainsi nous pouvons déduire la couleur du manteau et du foie de la couleur de la coquille.

» Les analyses faites plus tard nous ont montré qu'il y avait plus de fer dans les foies et les manteaux d'escargots aux coquilles foncées que dans les foies et les manteaux d'escargots aux coquilles claires.

» Nous avons cherché à généraliser ces faits chez d'autres animaux. Les expériences ont porté sur les chiens, les chats, les lapins.

» Les analyses du fer sont faites d'après le procédé colorimétrique au sulfocyanate de potasse en présence du fer existant dans les tissus frais ou séchés au vide sur l'acide sulfurique.

» CHIENS. — *Chien à poils blancs*. Anesthésie par la morphine. On fait la piqûre du bulbe et rapidement, la veine porte étant découverte, on met une canule.

» Le *foie* est lavé par $8^{lit},500$, puis, exprimé d'eau. Il pèse 400^{gr} : donc 27^{gr} par kilogramme.

» La couleur du foie lavé, examinée d'après le Tableau chromatique de Broca, correspond au n° 44; c'est une couleur claire.

» L'analyse du fer dans le foie frais donne, pour 1^{gr}, $0^{mg},28$.

» Une portion du foie séché au vide (80^{gr} donnent 17^{gr} sec, soit 4,7 pour 100), analysée au point de vue de la teneur en fer, donne la même quantité.

» La *peau* rasée de poils est lavée avec une faible solution de soude pour enlever la poussière ou d'autres dépôts qui existeraient. La couleur est blanc clair. Un morceau de peau de 10^{gr} est séché au vide. La peau ne se sèche pas complètement, à cause de la graisse; c'est pour cette raison que le poids du tissu sec de la peau est presque la moitié du poids du tissu frais de 10^{gr}. Nous avons $4^{gr},500$ (soit 2,2).

» L'analyse du fer dans la peau donne une quantité de $0^{mg},25$.

» Les *poils blancs* sont lavés par l'eau ordinaire, puis par l'eau distillée, et enfin avec une solution très diluée de soude. Les poils lavés sont essuyés au papier filtre, puis séchés au vide. Le poids reste presque le même. L'analyse du fer dans ces poils donne une quantité de $0^{mg},22$, qui s'approche de celle qui existe dans la peau.

» Les mêmes résultats sont obtenus sur d'autres chiens aux poils blancs.

» *Chien à poils fauves*. — Le foie lavé par 5^{lit} d'eau salée présente une couleur qui correspond au n° 40 du Tableau chromatique de Broca. La peau lavée présente une couleur peu foncée.

» Les analyses du fer, du foie, de la peau et des poils donnent $0^{mg},46$ pour le foie; $0^{mg},34$ pour la peau, et $0^{mg},30$ pour les poils.

» Mêmes résultats pour les chiens à poils rouges et à poils blancs et rouges.

» *Chiens à poils noirs*. — L'animal est tué par la piqûre du bulbe.

» Le lavage du foie se fait avec cinq litres d'eau salée. La couleur foncée du foie lavé correspond au n° 36 du Tableau de Broca.

» La peau présente une couleur noire très foncée.

» Les analyses du fer donnent pour le foie $0^{mg},70$; pour la peau $0^{mg},40$ et pour les poils $0^{mg},37$.

» CHATS. — En faisant les mêmes recherches pour les chats et les lapins, les résultats s'approchent de ceux trouvés pour les chiens. Les chats et les lapins à poils gris et cendrés correspondent aux chiens à poils fauves ou rouges.

» Il y a aussi, pensons-nous, une relation entre le foie, la peau et les

poils chez les hommes de diverses races. Nous avons vu déjà le foie d'un nègre plus foncé que celui d'un Européen.

» *Conclusions.* — Ces recherches conduisent à la conclusion qu'il existe une relation entre le foie, la peau et les poils, au point de vue de la teneur en fer et en pigments. Le foie, la peau des animaux à poils foncés contiennent presque le double de la quantité du fer et de pigments que ceux à poils blancs.

» Il y a des intermédiaires entre ces deux cas. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence de l'ingestion du vin sur l'évolution de la tuberculose.* Note de M. **L. Roos**, présentée par M. Müntz.

« Dans une Note précédente j'ai fait connaître les résultats obtenus dans une expérience tendant à fixer l'action physiologique du vin sur l'organisme animal. Quelques cobayes normaux avaient été soumis à un régime alimentaire comprenant 30^{cc} de vin par jour et par kilogramme de matière vivante, et étudiés comparativement dans leur développement avec d'autres animaux de même espèce et de même âge. Après neuf mois, les résultats étaient nettement en faveur de l'alimentation comprenant du vin. Après douze mois, ils étaient toujours de même sens et aussi nets.

» Depuis, j'ai voulu étudier l'action du vin sur l'organisme tuberculeux. L'opinion, généralement admise aujourd'hui, est que l'alcool, sous toutes ses formes (et par conséquent aussi les boissons fermentées), ingéré par un organisme tuberculeux, précipite l'évolution de la maladie et provoque par suite un dénouement plus rapide.

» Dans le but de vérifier la valeur de cette opinion, j'ai inoculé la tuberculose à six couples de jeunes cobayes, soumis trois de ces couples à une alimentation comportant 35^{cc} de vin rouge à 9°, par kilogramme de matière vivante, et conservé les trois autres au même régime, vin excepté.

» Le régime a commencé le 15 avril 1901, l'inoculation de la tuberculose a été faite le 18 mai suivant, par conséquent pour six de ces animaux, sur des sujets déjà alcoolisés. Ce même jour les deux lots ont été pesés.

» Le lot de ceux qui étaient au régime du vin pesait 2105^{gr}. Celui des témoins atteignait 2160^{gr}.

» Les animaux, tous de même âge, à deux jours près, n'étant pas adultes, ont continué à grossir malgré la tuberculose. Les deux lots ont atteint leur poids maximum le 29 juin.

» Le poids du lot vinique était à cette date de 3425gr, celui du lot témoin de 3605gr.

» L'alimentation était composée de son de blé et d'eau à discrétion, avec un peu de verdure tous les jours.

» Au début de l'expérience, j'avais voulu ne laisser que du vin comme boisson aux animaux du lot vinique, en dehors de la dose quotidienne qu'on leur faisait ingérer. Ce régime, trop exclusif, a été défavorable et a amené en une quinzaine de jours une différence de 600gr en moins dans le poids du lot vinique comparé à celui du lot témoin. La simple substitution de l'eau au vin dans les abreuvoirs (la ration quotidienne de vin étant toujours ingérée) a amené un relèvement rapide. A partir de la fin de la première semaine de juin, les poids des deux lots étaient figurés par deux lignes parallèles, très voisines, jusqu'au moment de la première mort, survenue le 17 juillet.

» A partir de l'époque où les morts se sont produites, les courbes des poids affectent des allures très différentes, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre.

» Au 27 juillet, par exemple, il restait 3240gr dans le lot témoin, contre 2432gr seulement dans le lot vinique.

» Au 24 août, c'est le lot vinique qui prenait le dessus avec 1905gr contre 1370gr pour les témoins.

» Les poids redeviennent égaux le 6 septembre, 890gr; le surlendemain, le dernier des témoins succombe; enfin, le 14 septembre, la mort du dernier des viniques termina l'expérience. A ce moment, chaque lot pesait 425gr représentés par un descendant vivant de chacun d'eux.

» La survie, après l'inoculation, a été en moyenne de quatre-vingt-quatorze jours pour les viniques et de quatre-vingt-quinze pour les témoins. La survie des femelles est beaucoup moins longue que celle des mâles : elle a été de soixante-quinze jours seulement pour les viniques et de quatre-vingt-deux jours pour les témoins, tandis que celle des mâles a été de cent treize jours pour les viniques et de cent huit jours pour les témoins.

» Il serait d'ailleurs bon d'écarter les femelles des expériences de ce genre, ou tout au moins de les isoler, car la gestation et la parturition constituent d'importantes causes d'erreur, en ce sens qu'elles peuvent aggraver la tuberculose et tuer des animaux qui, sans cela, eussent résisté plus longtemps.

» Cela s'est certainement produit dans mon expérience, car si l'autopsie a bien montré, sur les trois cadavres des femelles mortes les premières, les lésions caractéristiques de la tuberculose, ganglions caséifiés, tubercules dans la rate, le poumon, le foie, hypertrophie de cet organe et même cirrhose (dans les deux lots d'ailleurs), toutes ces lésions n'avaient pas le caractère d'intensité de celles trouvées sur les animaux morts plus tardivement.

» Cette restriction faite, je crois pouvoir conclure de mes observations

qu'il est inexact que l'alcool, même à haute dose, s'il est ingéré sous la forme de vin, précipite l'évolution de la tuberculose chez le cobaye, et peut-être aussi chez l'homme, le parasite étant le même. »

ZOOLOGIE. — *Formation et maladies des perles.* Note de M. S. JOURDAIN.

« Les perles sont des concrétions formées de carbonate et de phosphate de chaux, associés à une petite quantité de matière animale. Elles sont produites par divers Mollusques acéphales. Elles sont constituées par des couches très minces de matière minérale, disposées de façon à donner naissance à des phénomènes d'interférence, produisant cet éclat et cet *orient* qui les ont fait rechercher de tout temps comme objets de parure.

» On a beaucoup discuté sur l'origine et le mode de formation des perles. Sans rapporter ici toutes les légendes poétiques auxquelles elles ont donné naissance, les naturalistes semblent admettre qu'elles peuvent prendre naissance dans une partie quelconque du corps du Mollusque, tel Samuel Dale, qui leur assigne comme lieu d'origine l'organe de Bojaems.

» Cette manière de voir doit être rejetée.

» Toutes les perles sont formées par le manteau, et ce n'est que consécutivement et par accident qu'elles peuvent s'égarer dans d'autres parties. L'examen des *Unio* ne laisse aucun doute à cet égard.

» D'ailleurs, la composition chimique identique de la couche interne ou nacrée des valves du Mollusque et des perles vient corroborer cette manière de voir.

» On sait que les parois d'une coquille bivalve se composent de deux couches, ayant chacune une origine particulière : 1° une couche épidermique, formée par les bords du manteau et formant la continuation organique de celui-ci; 2° une couche interne, composée de lamelles très minces, sécrétée par la surface externe de l'enveloppe palléale.

» La première de ces couches accroît la périphérie des valves; la seconde augmente leur épaisseur.

» C'est à la suite d'une lésion ou de la présence d'un corps étranger organique ou inorganique que se produit une dépression de la surface palléale, avec une hypersécrétion de matière nacrée se disposant en couches concentriques autour du corps étranger, qui forme alors comme un nucléus. La plupart du temps, la concrétion ainsi formée reste adhérente d'abord à la couche nacrée de la valve correspondante et ne s'en

sépare que plus tard, pour devenir libre. Ce rôle de la surface palléale explique le procédé employé par les Chinois pour la production de petits bas-reliefs nacrés. Il suffit d'introduire la surface à *nacrotyper* entre le manteau et la face interne de la coquille, en y faisant adhérer d'une manière quelconque l'envers du relief.

» Les perles se conservent ordinairement de longues années sans s'altérer. Cependant, elles peuvent devenir *malades*, c'est-à-dire subir diverses modifications leur faisant perdre les qualités qui font leur prix.

» Ces maladies sont spontanées ou acquises. Les premières consistent en une sorte de désagrégation des couches superficielles, qui se produit lentement et finit par détruire l'éclat et l'orient de la perle. Il est possible d'y remédier, pour un temps au moins, par l'enlèvement des couches altérées, soit en employant un procédé chimique, soit en recourant à un polissage mécanique.

» Les maladies acquises sont produites par le contact prolongé ou répété avec la peau, dont les sécrétions acides et les matières sébacées agissent d'une manière nuisible. Elles sont dues aussi aux émanations gazeuses (acide sulfhydrique, en particulier). Les perles, avec le temps, acquièrent une légère teinte ambrée qui est loin de diminuer leur valeur; mais, ce résultat venant à être dépassé, la perle devient noirâtre, la matière organique étant modifiée par les causes que nous venons d'indiquer. Je ne connais aucun moyen inoffensif de guérir alors la perle malade et je crois, par suite, sa dépréciation irrémédiable. »

PHYSIOLOGIE. — *Mesure de la pression du sang chez les aliénés.* Note de MM. **Ed. Toulouse** et **N. Vaschide.**

« La pression du sang chez les aliénés a fait l'objet d'un nombre très restreint de travaux [Craig (1), Pilcz (2), Vaschide et Meunier (3)]. Signa-

---

(1) Maurice Craig, *La pression sanguine chez les aliénés* (*The Lancet*, juin 1898, p. 1, 762).

(2) A. Pilcz, *De la pression sanguine dans les maladies mentales.* (Communication à la Société impériale royale des médecins de Vienne. Séance du 23 mars 1900. In *Semaine médicale*, 28 mars 1900, n° 13, p. 110.)

(3) N. Vaschide et P. Meunier, *Mesure de la pression sanguine dans l'alitement thérapeutique des maladies mentales* (*Revue de Psychiatrie*, p. 289-297; 1900).

lons encore une Note de M. G. Dumas ([1]), qui se rapporte aux modifications de la pression sanguine sous l'influence des excitations psychiques et physiques.

» Nos recherches expérimentales ont été faites sur 77 malades femmes. La pression sanguine a été mesurée avec l'appareil de Potain pour la pression artérielle et le sphygmomanomètre de Mosso pour la pression capillaire des deux mains. Elle a été prise dans les mêmes conditions (position assise, main droite), entre 3ʰ et 4ʰ de l'après-midi. L'âge des sujets, qui étaient tous adultes, était compris entre 20 et 40 ans. Les sujets ont été classés d'après leur maladie mentale et l'état d'excitation, de calme ou de dépression, au moment de l'expérience.

		Pression du pouls radial (sphygmomètre de Potain).					Pression du pouls capillaire des deux mains (sphygmomanomètre de Mosso).				
				Mesure de la pression.					Mesure de la pression.		
					Variation de la moyenne.					Variation de la moyenne.	
Catégorie morbide.	État au moment de l'expérience.	Nombre de sujets.	Nombre des expériences.	Moyenne générale.	(1)	(2)	Nombre de sujets.	Nombre des expériences.	Moyenne générale.	(1)	(2)
				cm	cm	cm			cm	cm	cm
1. Mélancolie anxieuse	agitation	4	50	12,8	0,8	1,5	2	10	9,5	0,5	1,7
2. Mélancolie..............	dépression	8	85	19,4	0,4	1,4	6	12	16	0,6	1,4
3. Idiotie	agitation	5	50	12,8	1	1,3	2	10	10,7	0,2	0,5
4. Idiotie	calme	11	110	13,5	0,4	1,2	2	10	10,5	0,7	1,8
5. Excitation maniaque......	agitation	9	94	13,5	0,4	1,7	4	9	9	0,3	1,3
6. Paralysie générale	agitation	6	71	14,3	0,8	2	4	18	10	0,5	0,9
7. Paralysie générale	dépression	6	60	14,9	0,7	1,3	5	10	10,3	0,5	0,8
8. Démence	agitation	6	54	14,6	9,9	1,8	3	9	9,7	0,5	1,8
9. Démence	dépression	4	40	17,8	0,6	0,8	2	10	14,8	0,5	1,9
10. Délire de persécution	agitation	13	130	15,2	0,4	1,7	2	12	8,7	0,9	1,1
11. Délire de persécution	calme	2	30	16,7	0,4	2	2	6	13,9	0,7	1,2
12. Délire hallucinatoire aigu.	agitation	3	15	15,5	0,5	1,3	2	8	9,1	1,2	2
Sujets normaux (femmes) (Recherches inédites de Toulouse et Vaschide)...	État normal	34	340	17,6	0,6	1,9	27	80	11,8	0,5	1

(1) Moyenne générale des variations moyennes individuelles.
(2) Variation moyenne des moyennes générales.

» Il résulte de nos recherches exprimées dans le Tableau ci-dessus qu'il existe certains rapports entre les modifications de la pression sanguine et

---

([1]) G. Dumas, *Note sur la circulation du sang dans l'excitation mentale* (*Soc. de Biologie*, 1896).

les troubles mentaux, que nous exprimerons par les deux conclusions suivantes :

» 1° Il existe une certaine relation entre la pression radiale et la pression capillaire qui, considérées dans deux états différents de la même maladie, varient généralement dans le même sens. Ce fait n'a pas, à notre connaissance, été signalé expérimentalement. Il est surtout net pour la mélancolie, où les deux pressions subissent, durant l'état de dépression, une augmentation très grande.

» 2° L'hypertension accompagne les états d'agitation; l'hypotension, les états de calme ou de dépression. Cela est vrai surtout si l'on compare des états différents d'une même maladie. »

PHYSIOLOGIE. — *Théorie mécanique de la vision.* Note de M. **Antoine Pizon.**

« La théorie de la vision actuellement admise consiste, comme on le sait, dans une action chimique qu'exercerait la lumière sur le *pourpre rétinien* dont sont imprégnés les bâtonnets. Établie en principe par Boll en 1876, à la suite de sa découverte du pourpre chez la grenouille, puis complétée ou modifiée dans ses détails par de nombreux auteurs, Kühne, Kœnig, Parinaud, Ebbinghaus, etc., cette théorie est restée classique à défaut d'une autre, bien qu'elle ne soit guère étayée que sur de multiples hypothèses et qu'elle reste impuissante à fournir l'explication d'un certain nombre de faits d'importance capitale.

» C'est ainsi que Kühne a admis l'existence d'un *jaune rétinien* concurremment avec le pourpre de Boll; Ebbinghaus et Kœnig croient à une troisième substance visuelle, d'ailleurs encore inconnue, pour le vert et le rouge; Young, pour asseoir sa théorie, est obligé d'admettre l'existence de trois sortes de fibres nerveuses, conduisant respectivement les rayons violets, verts et rouges, et que l'étude microscopique de la rétine n'a jamais mises en évidence; etc.

» A côté de ces hypothèses, viennent un certain nombre de lacunes graves de la théorie chimique : le pourpre rétinien manque chez tous les Invertébrés; — il manque également dans la *fovea lutea* des Vertébrés, qui est cependant la région la plus sensible de la rétine; — parmi les Vertébrés, certains ne possèdent ni bâtonnets ni pourpre (serpents); d'autres ont des bâtonnets dans lesquels le pourpre fait défaut (pigeons, chauves-souris); — la rétine des albinos est pourvue de granules pigmentaires absolument

incolores ; — les grenouilles conservent toute leur faculté visuelle lorsqu'elles sont exposées à une lumière très vive, bien que leur pourpre rétinien soit détruit dans ces conditions (expériences de Kühne); etc.

» A cette *théorie chimique*, qui laisse sans explication un si grand nombre de faits importants, je propose de substituer la *théorie mécanique* suivante :

» Dans une Communication précédente [1], j'ai montré que dans tous les organes visuels des Vertébrés et des Invertébrés, quel que soit leur degré de complication anatomique, lors même qu'ils sont réduits à quelques éléments cellulaires, les granules pigmentaires, qui accompagnent toutes les cellules visuelles, sans exception, sont toujours animés de mouvements rapides tout à fait comparables à ceux de microcoques quelconques.

» La présence générale de ces granules au contact immédiat des cellules visuelles et la constance de leurs mouvements conduisent naturellement à admettre qu'ils servent d'intermédiaires pour l'excitation de ces cellules visuelles : *Les granules empruntent leur énergie à la lumière, sous la forme d'un mouvement vibratoire qu'ils transmettent à leur tour aux cônes ou aux bâtonnets avec lesquels ils se trouvent en contact; l'ébranlement moléculaire ainsi reçu par les cellules visuelles n'a plus qu'à se propager le long du nerf optique, jusqu'aux centres nerveux encéphaliques.*

» Cette théorie mécanique si simple, en attribuant ainsi l'excitation primitive des cellules visuelles uniquement aux mouvements des granules pigmentaires, non seulement enlève toute importance au pourpre rétinien, là où il existe, et rend inutile l'hypothèse de différentes catégories de fibres nerveuses (Young et Bernard), mais elle permet en outre d'expliquer toute une série de phénomènes encore obscurs, tels que la vision des couleurs, le daltonisme, les phosphènes et la vision chez les albinos :

» 1° Si l'on admet qu'il existe différentes catégories de granules pigmentaires, capables d'absorber respectivement des rayons d'une longueur d'onde déterminée, l'ébranlement moléculaire transmis par chacune de ces catégories se traduit par la perception de la couleur correspondant aux rayons absorbés. Et de fait on sait que la rétine normale est capable d'absorber les radiations comprises entre les infra-rouges et les ultra-violettes; de plus, Kühne a montré que, lorsqu'une rétine de lapin ou de grenouille est extirpée à la lumière jaune après avoir séjourné quelque temps à une lumière très vive, on lui trouve une série de nuances variant depuis le pourpre jusqu'au blanc, en passant par des teintes chamois, orangées et jaunes; enfin les granules de l'iris présentent, chez l'homme et beaucoup d'animaux, des teintes très variables, qui sont évidemment en rapport avec un pouvoir absorbant spécial des différents granules.

» 2° L'absence de granules doués d'un pouvoir absorbant pour des rayons d'une longueur d'onde déterminée constitue le *daltonisme* pour ces rayons.

» 3° La vision est possible chez les albinos, tout simplement parce qu'ils possèdent

---

(1) A. Pizon, *Sur la mobilité des granules pigmentaires des Tuniciers* (*Comptes rendus*, 14 août 1899).

des granules mobiles, quoique incolores, c'est-à-dire le facteur essentiel qui détermine l'excitation primordiale des cellules visuelles.

» 4° Les animaux nocturnes fuient la lumière solaire, parce que leur pigment rétinien est peut-être doué d'un pouvoir absorbant trop considérable et détermine, par suite, une excitation rétinienne tellement vive qu'elle est insupportable pour l'animal; ce pouvoir absorbant excessif n'existerait d'ailleurs que pour certains rayons, car ces mêmes animaux nocturnes sont attirés par les lumières artificielles.

» 5° Enfin, les phosphènes sont des phénomènes de même ordre que la vision normale : la section ou la piqûre du nerf optique, son électrisation, la compression du globe oculaire déterminent, sur la substance nerveuse visuelle, un ébranlement mécanique qui ne diffère que par une plus grande intensité de celui que les granules pigmentaires transmettent dans la vision ordinaire.

» On sait depuis longtemps que les cellules pigmentaires qui sont situées sur la face profonde de la rétine poussent, sous l'action de la lumière, entre les cellules visuelles, des prolongements irréguliers remplis de pigment. Tout récemment, H.-M. Bernard (¹) a même émis l'idée que l'excitation visuelle était vraisemblablement due à la *pression exercée par ces prolongements sur les bâtonnets*. On reconnaîtra que les faits que j'apporte ici sont très différents : *les granules possèdent des mouvements propres, qu'ils transmettent aux cellules visuelles qui sont à leur contact*, et il est même très vraisemblable que ce sont eux qui, par leur phototactisme positif, déterminent les prolongements des cellules pigmentaires, exactement comme ceux que j'ai décrits chez les chromocytes des Tuniciers (²).

» Quant au pourpre et au jaune rétiniens, ce ne sont vraisemblablement que des substances accessoires provenant de la décomposition des granules pigmentaires par la lumière : dans une prochaine Note, j'examinerai le rôle de l'œil en tant qu'organe destructeur du pigment. »

BOTANIQUE. — *Comparaison anatomique entre le greffage, le pincement et la décortication annulaire*. Note de M. L. **Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai montré à plusieurs reprises combien sont complexes les phénomènes qui se produisent dans certaines greffes, et combien il est difficile à

(¹) H.-M. Bernard, *The sense of sight : sketch of a new theory* (*Annals and Magazine of Natural History*, Vol. XVII; 1896).

(²) A. Pizon, *Origine du pigment chez les Tuniciers* (*Comptes rendus*, 21 janvier 1901).

première vue de distinguer ce qui doit être attribué à telle ou telle variation de nutrition générale ou à une réaction spécifique. Le moyen de résoudre le problème consiste à employer la méthode comparative, c'est-à-dire à faire varier isolément chaque facteur que l'on soupçonne capable de produire une variation. C'est ainsi que j'ai eu d'abord recours au greffage mixte (¹) pour distinguer plus facilement la variation spécifique des variations de nutrition générale, et que j'ai séparé ensuite certains effets amenés soit par la section des bois, soit par celle des libers en comparant la décortication annulaire et le greffage (²). Poussant plus loin mes investigations méthodiques, j'ai comparé cette fois le greffage, le pincement et la décortication annulaire, qui présentent plusieurs points communs, tout en se distinguant les uns des autres par des particularités caractéristiques.

» Pour faire comprendre plus facilement les différences ou les ressemblances que l'on observe dans l'anatomie d'une même plante greffée, pincée ou décortiquée, je rappellerai sommairement qu'un grand nombre de plantes à couche génératrice suffisamment active produisent normalement chaque année un anneau de bois secondaire bien net formé d'une portion interne de bois tendre, à larges vaisseaux, et d'une portion externe de bois dur, à vaisseaux étroits, qui recouvre la première progressivement. Il en résulte que, si sur la section transversale d'une racine ou d'une tige on compte n couches concentriques, la plante est âgée de n années. On sait aussi que l'on a émis deux hypothèses pour justifier cette structure : pour les uns, c'est la pression exercée à l'automne par l'écorce qui fait apparaître le bois dur; pour d'autres, ces faits résultent d'une inégalité dans l'activité nutritive de la plante au début et à la fin de sa vie active. Ceci posé, je vais étudier les faits.

» I. *Greffage.* — Si l'on fait une coupe transversale du sujet dans la greffe ordinaire sur sujet étêté (fente, couronne, etc.), greffe effectuée au moment de la végétation active de la plante, on constate que, au lieu de trouver une seule zone composée de bois tendre et de bois dur, on trouve deux zones concentriques nettement limitées comme sur une plante âgée de deux ans. Si l'on examine la structure anatomique d'un sujet identique, auquel on a laissé des pousses de remplacement dans la greffe mixte, on observe la même disposition, à condition que l'on n'ait pas pincé ces pousses. Dans le cas contraire, on observe plusieurs zones concentriques, en rapport avec le nombre des pincements et la vigueur relative de ces pousses.

(¹) L. DANIEL, *La greffe mixte* (*Comptes rendus*, 2 novembre 1897).

(²) L. DANIEL, *Effets de la décortication annulaire chez quelques plantes herbacées* (*Comptes rendus*, 24 décembre 1900).

» II. *Pincement.* — En étudiant la structure d'une partie annuelle pincée au moment de la végétation, qu'il s'agisse d'une partie ayant ou non terminé sa croissance intercalaire qui, dans ce dernier cas, continue après le pincement, on constate que le nombre des zones est en rapport avec le nombre des pincements. Si l'on fait un pincement, il y a deux zones concentriques, comme s'il s'agissait d'un organe âgé de deux ans. Plusieurs pincements, suffisamment espacés, donnent chacun un résultat analogue, et quand il s'agit d'une plante vigoureuse, riche en tissus secondaires, on peut obtenir dans une année, pour n pincements, $n+1$ zones concentriques, comme si le rameau était âgé de $n+1$ années. Ces zones deviennent particulièrement nettes à l'automne, car, si les vaisseaux de petite taille apparaissent à la suite du pincement, la lignification complète ne s'effectue qu'à l'automne.

» III. *Décortication annulaire.* — La structure de la région située au-dessous de la décortication annulaire, quoique comparable comme situation à celle du sujet dans la greffe, en diffère cependant comme structure. Elle est formée, comme dans une plante ordinaire, d'une seule zone annuelle de bois tendre se continuant insensiblement par du bois dur.

» Pour se rendre compte de ces différences il suffit de comparer les conditions dans lesquelles la plante se trouve placée à la suite de ces trois opérations. Quand on fait un pincement, par exemple, sur un rameau herbacé au moment où la croissance en longueur s'effectue activement, l'appel de la sève brute se trouve brusquement supprimé en grande partie, puisque seul se continue un faible appel cicatriciel dont la valeur dépend de la distance de la plaie au bourgeon le plus voisin. Ces conditions ne sont-elles pas comparables à celles de l'automne, où la croissance longitudinale s'arrête progressivement pendant que les bourgeons terminal et latéraux exercent un appel très réduit, leur permettant de grossir, mais non de former des rameaux? La majeure partie de la sève élaborée, formée dans les feuilles de la région pincée, sera donc employée comme à l'automne à la formation du bois dur. Au bout d'un temps variable selon l'activité de la couche génératrice et les conditions extérieures, le bourgeon le plus voisin de la plaie en général, qui a grossi plus vite que les autres, qui s'est aoûté, comme on dit, prend la place du bourgeon terminal supprimé précédemment. Les conditions primitives sont donc à nouveau réalisées; la croissance en longueur recommence et la plante se met à nouveau à produire du bois tendre. A l'automne, bien entendu, la formation habituelle du bois dur couvre progressivement le tout. Il est facile de saisir que l'on puisse faire varier ainsi les conditions de répartition de la sève brute à chaque pincement et obtenir les mêmes résultats à condition d'espacer suffisamment les pincements.

» Dans la greffe ordinaire, en greffant, on fait un pincement du sujet;

les deux couches concentriques observées n'ont donc rien que de naturel. Dans la greffe mixte, où l'on combine le greffage ordinaire et le pincement, on doit trouver, pour une greffe et n pincements des pousses d'appel, $n + 2$ couches, puisque le greffage débute par un pincement radical.

» Enfin l'absence de semblables formations dans la décortication annulaire montre bien nettement que la section des libers n'est pour rien dans la modification observée : c'est donc la section des bois seule, et par suite le changement de la répartition de la sève brute, qui amène les résultats observés.

» Si l'on compare ces faits avec ce qui se passe dans la nature, on voit que non seulement l'homme peut à volonté faire varier artificiellement le nombre des couches concentriques, mais que ce résultat peut être accidentellement produit par divers animaux phytophages ou les vents, etc. Dans ces divers cas, le nombre des couches concentriques et l'âge des parties ne se correspondent plus. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'assimilation chlorophyllienne en automne.* Note de M. **Jean Friedel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans la séance du 6 mai 1901 j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une Note, dans laquelle j'exposais les résultats d'une série de recherches ayant pour but de réaliser l'assimilation chlorophyllienne, en dehors de l'organisme vivant. A la suite de diverses remarques qui m'ont été faites par M. Gaston Bonnier, j'ai pensé que le phénomène présentait une complexité plus grande que je ne l'avais cru au premier abord, et j'ai entrepris des expériences de vérification qui ont été faites soit à Fontainebleau, soit à Paris, pendant les mois d'octobre et de novembre 1901.

» Je dois dire que ces expériences, faites sur des extraits glycérinés de feuilles variées (Pélargonium, Épinard, Mouron des oiseaux), additionnés de poudre d'épinard préparée à haute température, ne m'ont cette fois donné aucun résultat positif.

» Mais j'ai constaté alors que, chez les feuilles employées, l'assimilation était très faible à cette époque de l'année, par rapport à celle qu'on trouve chez les mêmes feuilles au printemps ou en été.

» Le 4 novembre, une feuille très fraîche et jeune de *Pelargonium zonale* a été exposée cinq heures à la lumière, dans de l'air chargé de gaz carbonique. A la fin de l'expérience, la composition du mélange gazeux était la même qu'au début. Cette

feuille, laissée ensuite à l'obscurité pendant dix-huit heures, a présenté une respiration manifeste (avec quotient respiratoire normal). Pendant le séjour à la lumière, l'assimilation avait juste compensé la respiration; or, en été, elle est, dans les conditions normales, environ vingt fois plus considérable.

» Le 14 octobre, une feuille d'Épinard, mise en présence d'air chargé de gaz carbonique, laissée pendant deux heures à une lumière intense, a donné une assimilation mesurée par 1,16 pour 100 de gaz carbonique décomposé.

» Le 15 juin, une feuille semblable, placée dans des conditions à peu près équivalentes, avait donné, au bout de deux heures, une assimilation mesurée par 3,86 pour 100 de gaz carbonique décomposé.

» Le nombre obtenu le 15 juin est donc trois fois plus fort que celui du 14 novembre. On voit ainsi que l'intensité de l'assimilation est beaucoup moins considérable en automne qu'au début de l'été.

» De jeunes feuilles de Fusain mises en expérience le 11 et le 12 novembre ont donné une assimilation très faible.

» Il m'a semblé qu'il convenait d'attirer l'attention sur cette influence de la saison sur l'assimilation, influence qui, jusqu'ici, n'a fait l'objet d'aucun travail d'ensemble.

» Les résultats obtenus indiquent nettement l'existence de cette influence saisonnière, surtout chez les feuilles tendres qui, étant donné le mode opératoire, sont les seules propres à la préparation des extraits glycérinés. L'influence de la saison automnale, considérable pour les feuilles, doit être encore plus marquée dans les conditions artificielles où j'opère. S'il y a effectivement une action diastatique, elle doit être partiellement empêchée par l'accumulation des produits d'assimilation dans la feuille, et comme il y a toujours une perte inévitable, au cours de la préparation de l'extrait, il peut être difficile de mettre la diastase en évidence, à une époque où elle est peu active. Ces considérations suffisent pour expliquer l'insuccès des expériences faites en automne. Je me propose donc de reprendre la question au printemps, lorsque l'intensité de la végétation rendra les conditions plus favorables. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les micaschistes, les gneiss, les amphibolites et les roches vertes des* schistes lustrés *des Alpes occidentales*. Note de M. **Pierre Termier**, présentée par M. Michel Lévy.

« La puissante formation des *schistes lustrés* des Alpes occidentales, qui semble embrasser dans un facies uniforme une série continue de dépôts

allant du Trias supérieur à l'Oligocène ([1]), contient de nombreuses intercalations lenticulaires, et de nombreux bancs plus ou moins étendus de roches cristallines diverses. MM. Franchi, Novarese et Stella ont décrit, depuis 1895, beaucoup de gisements italiens de ces roches cristallines. Les gisements français, sauf ceux du Mont-Genèvre et de l'Eychauda ([2]), sont encore peu connus. Il y a deux catégories bien distinctes : les roches dont la nature éruptive est certaine; les roches qui sont des sédiments transformés.

» La première catégorie comprend la plupart des *roches vertes*. Les unes ont gardé leur structure : et ce sont des *gabbros*, des *péridotites*, ou des variétés ophitiques ou microlitiques de ces roches (*diabases, porphyrites*). D'autres sont entièrement métasomatosées; mais elles *passent* aux premières, et conservent, d'ailleurs, une apparence massive et une quasi-homogénéité chimique : ce sont des *serpentines*, des *variolites*, des *ovardites*, des *prasinites*, et quelques *amphibolites* spéciales. Le laminage les rend souvent méconnaissables à l'œil nu. Nulle part, jusqu'à ce jour, on n'a vu des filons de roche éruptive couper nettement les calcschistes encaissants.

» La deuxième catégorie comprend d'autres *roches vertes*, qui se résolvent, au microscope, en amphibolites chloritisées, ou en micaschistes à biotite chloritisés. Elle comprend aussi des *amphibolites* zonées (à hornblende, actinote ou glaucophane), des *pyroxénites* (plus rares), des *micaschistes*, des *cornéennes*, des *quartzites*, et enfin des *gneiss*. Ceux-ci alternent avec les micaschistes ou avec les amphibolites. Ils sont habituellement très micacés et se débitent en minces plaquettes. Quelques-uns deviennent, localement, *porphyroïdes*. Toutes ces roches sont zonées; et leurs diverses zones ont des compositions chimiques fort différentes. La plupart sont très quartzeuses. *Les feldspaths sont toujours alcalins*.

» Il y a souvent relation de voisinage entre les roches des deux catégories. Il existe aussi des régions où l'on ne voit que des roches de la deuxième catégorie, formant des bancs presque réguliers, qui alternent avec les calcschistes, et *passent* même aux calcschistes. Les roches des deux catégories s'observent à diverses hauteurs dans la formation des *schistes lustrés*; elles ne sont pas confinées dans un étage particulier.

([1]) D'après les travaux les plus récents de MM. Marcel Bertrand, Franchi, Kilian, et de l'auteur. M. Steinmann est arrivé à une conclusion analogue pour les *Bündner Schiefer* (1895).

([2]) J'ai consacré plusieurs notes et mémoires aux roches de l'Eychauda, Prorel et Serre-Chevalier (près Briançon), qui forment un lambeau de recouvrement, venu de la zone des Schistes lustrés et posé sur le Flysch. A Serre-Chevalier, la série cristalline comprend des *gneiss porphyroïdes*, que j'ai longtemps regardés comme permocarbonifères, à cause de leur ressemblance avec les gneiss du Grand-Paradis. J'ai constaté, depuis, que ces gneiss porphyroïdes passent aux autres assises.

» Quelle est l'origine des roches de la deuxième catégorie?

» On a parlé du *dynamo-métamorphisme*. Il n'est guère de lithologistes qui n'aient été entraînés par le prestige de ce mot; il n'en est guère non plus qui n'aient constaté, au bout de peu de temps, que ce prestige est vain, et que cette cause de métamorphisme est, en réalité, de peu d'importance. Dans l'espèce, le dynamo-métamorphisme n'a rien ajouté, ou presque rien, à la cristallinité des assises. Celles-ci étaient des micaschistes, des gneiss ou des amphibolites *avant* l'écrasement et l'étirement qu'elles ont subis. Beaucoup, d'ailleurs, ne sont ni écrasées, ni laminées; et dans celles qui sont écrasées et laminées, on retrouve aisément, à peine obscurcis, tous les caractères microscopiques des autres. Les roches de la deuxième catégorie ne sont donc pas des roches éruptives modifiées par dynamo-métamorphisme. Leur structure zonée, leur hétérogénéité chimique, et, dans certaines d'entre elles, la persistance du caractère détritique, indiquent nettement une origine sédimentaire (¹). Il n'y a, dès lors, que deux hypothèses plausibles. Ou bien ce sont des *tufs volcaniques sous-marins* (²), qui alternaient avec les boues argileuses et calcaires; et les roches éruptives sont alors contemporaines de la sédimentation. Ou bien ce sont des sédiments originairement analogues aux autres, mais modifiés, plus profondément que les autres, par des *roches intrusives;* et alors ces dernières sont postérieures au dépôt de la plupart des schistes lustrés; elles peuvent être *éogènes* (³).

» Tous les faits que j'ai observés sont en faveur de la deuxième hypothèse. Nulle part on ne voit rien qui ressemble à un tuf : et, quant aux roches éruptives, elles forment des amas, non des coulées, et leur structure, même au Mont-Genèvre, est celle de roches hypo-abyssiques, non de roches volcaniques. Les gneiss, micaschistes et amphibolites seraient donc l'auréole, parfois prodigieusement étalée, d'une roche intrusive. Cette auréole est, le plus souvent, très riche en silicium, potassium et sodium,

---

(¹) C'est aussi l'opinion de MM. Franchi, Novarese et Stella. En 1895, trompé par la liaison des micaschistes de l'Eychauda et de conglomérats éogènes à galets cristallins, j'inclinais à attribuer les premiers à l'écrasement des seconds. En réalité, ce sont deux formations distinctes. Les galets des conglomérats sont pris aux micaschistes : et ceux-ci étaient cristallisés avant tout laminage.

(²) MM. Franchi, Novarese et Stella adoptent cette hypothèse. J'ai proposé une hypothèse analogue pour les schistes cristallins du Permien de la Vanoise.

(³) Antérieures, toutefois, à certaines parties du Flysch de Guillestre (M. Kilian). *Cf.* Schmidt et Steinmann, pour les *ophiolithes* des *Bündner Schiefer*.

à la façon des auréoles des ophites et lherzolites pyrénéennes. Mais la diffusion des fluides émanés de la roche intrusive aurait été, ici, incomparablement plus grande que dans les Pyrénées : elle aurait été capable de *métamorphiser toute la formation*, puisqu'il n'est pas, dans les *schistes lustrés*, une seule assise qui ne soit cristalline. La roche mère, ainsi appauvrie, et devenue peu à peu roche basique, aurait, du même coup, perdu son activité chimique. Quoi de surprenant, dès lors, que, vis-à-vis des calcschistes encaissants, les gabbros restent inertes? Le métamorphisme général aurait remplacé les phénomènes de contact.

» Quant à l'absence de filons dans les calcschistes et dans le Permo-carbonifère sous-jacent, elle est embarrassante pour les deux hypothèses; mais elle semble l'être davantage pour l'hypothèse volcanique que pour l'autre. »

M. **Joseph Vinot** adresse une Note relative à l'épacte et à l'âge de la Lune au 1er janvier 1902.

(Renvoi à l'examen de MM. Lœwy et Hatt.)

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Anatomie et Zoologie, par l'organe de son doyen, présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. *de Lacaze-Duthiers :*

En première ligne. . . . . M. **Léon Vaillant**.

En deuxième ligne, par ordre alphabétique. . . . . . MM. **Bouvier**, **Delage**, **Henneguy**.

En troisième ligne, par ordre alphabétique. . . . . . MM. **Blanchard**, **Houssay**, **Oustalet**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 NOVEMBRE 1901.

Cours de la Faculté des Sciences de Paris. *Cours d'Électricité*, par H. PELLAT; t. I. *Électrostatique. Loi d'Ohm. Thermo-électricité.* Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 vol. in-8°.

L'huître perlière, nacres et perles, par L.-G. SEURAT (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire,* publiée sous la direction de M. LÉAUTÉ, Membre de l'Institut, n° 286 B.) Paris, Masson et Cie, Gauthier-Villars, s. d.; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Ed. Perrier. Hommage de l'Auteur.)

Brevets d'invention, publication *in extenso,* 1899, 10e partie. Imprimerie Nationale, 1901; 1 vol. in-8°.

Annuaire général du Commerce et de l'Industrie et des spécialités pharmaceutiques et hygiéniques, par A. GIRARD; première année, 1900-1901. Paris; 1 vol. in-8°.

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier; nouvelle série, t. I, fasc. I. 1er juillet 1901. Montpellier, Coulet et fils, 1901; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Dehérain.)

Dolomieu en Portugal (1878), par PAUL CHOFFAT. (Extrait des *Communicações da direcção dos Serviços geologicos,* t. IV, fasc. I.) S. l. n. d.

Le VIIIe Congrès géologique international, par PAUL CHOFFAT. (Extrait, *ibid.*)

Observations sur les Apocynacées à latex recueillies par M. L. Gentil dans l'État indépendant du Congo en 1900, par E. DE WILDEMAN. Bruxelles, imprimerie Vve Monnom, 1901; 1 fasc. in-8°.

Roscoe-Schorlemmer's ausführliches Lehrbuch der Chemie, von JUL.-WILH. BRÜHL, IX. Bd : *Die Kohlenwasserstoffe und ihre Derivate oder organische Chemie,* VI. Theil, bearbeitet in Gemeinschaft mit EDWARD HJELT und OSSIAN ASCHAN, O. COHNHEIM, O. EMMERLING und E. VAHLEN. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1901; 1 vol. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

An account of the Crustacea of Norway, with short descriptions and figures of all the species, by G.-O. SARS. Vol. IV. *Copepoda Calanoida,* Part I-II; pub. by the Bergen Museum. Christiania, Alb. Cammermeyer, 1901; 1 fasc. in-8°.

Report of the Commissioner of Education, for the year 1899-1900. Vol. I. Washington, Imprimerie du Gouvernement, 1901; 1 vol. in-8°.

The Thompson Yates Laboratories Report, edited by RUBERT BOYCE and C.-S. SHERRINGTON, with illustrations and plates. Vol. IV, Part I, 1901. Liverpool, Imprimerie de l'Université, 1901; 1 vol. in-4°.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London; series B, vol. CXCIII; series A, vol. CXCV, CXCVI.

Annals of the astronomical Observatory of Harvard College; vol. XXVIII, Part II. Cambridge (États-Unis), 1901; 1 fasc. in-4°.

Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard College; vol. XXV, n° 1. Cambridge (États-Unis), 1901; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 22 juillet 1901.)

Note de M. *C. Marie,* Action de l'acide hypophosphoreux sur l'acétone :

Page 220, ligne 12, *au lieu de* 180°-181°, *lisez* 185°-186°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 NOVEMBRE 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en rappelant à l'Académie la cérémonie qui a eu lieu hier dimanche dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, en l'honneur du cinquantenaire scientifique de M. *Berthelot*, s'exprime comme il suit :

« Mes chers Confrères,

» Vous avez tous pris part à l'imposante cérémonie de la matinée d'hier et vos applaudissements se sont unis à ceux de l'immense assemblée qui célébrait la gloire de notre éminent Secrétaire perpétuel, M. Berthelot.

» Rentrés aujourd'hui dans la salle de nos séances, je vous propose de clore cette fête par une dernière ovation. »

M. **Berthelot** répond :

« Mon cher Président et ancien Camarade,

» Mes chers Confrères,

» C'est un devoir et un plaisir pour moi de vous remercier de la part que vous avez bien voulu prendre à la cérémonie d'hier. L'hommage qui a été rendu à mes travaux par le Président de la République, les grands Corps de l'État et les grands Corps académiques et scientifiques ne m'est pas, je le sais, personnel : c'est un hommage à l'Institut et à l'Académie des Sciences. C'est à vous qu'il convient de le reporter, à vous qui m'avez appelé à siéger parmi vous en 1873 et à occuper en 1889 les fonctions de Secrétaire perpétuel, où je compte tant d'illustres prédécesseurs, célèbres par les services qu'ils ont rendus pendant près de deux siècles et demi à la Science et à l'humanité.

» Les promoteurs de mon cinquantenaire ont été mon cher et éminent ami, M. Darboux et mon cher ami et ancien élève, M. Moissan; ce sont eux qui ont organisé cette grande manifestation patriotique et internationale : c'est à eux et au concours que l'Académie a bien voulu leur donner que je dois en rapporter le mérite et la reconnaissance. »

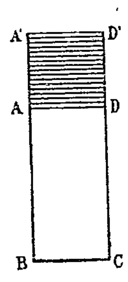
ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur l'absence d'action d'un champ magnétique sur une masse d'air qui est le siège d'un courant de déplacement.* Note de M. **R. Blondlot.**

« Il résulte d'une suite d'expériences dont j'ai donné récemment la description que, lorsque l'on fait mouvoir une masse d'air dans un champ magnétique normalement aux lignes de force, il n'en résulte dans cette masse d'air aucun déplacement électrique [1]. Ce fait en entraîne un autre qui en est corrélatif, à savoir qu'une masse d'air qui est le siège d'un déplacement électrique ne subit aucune action de la part d'un champ magnétique.

» Considérons, en effet, l'expérience suivante : un circuit rectangulaire ouvert ABCD est relié en A et D aux deux armatures AA' et DD' d'un condensateur à air, qui sont toutes deux normales au plan ABCD. Une

(1) Blondlot, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 778; 1901.

boîte isolante très mince sert à rendre l'air du condensateur mécaniquement solidaire des armatures. Cet appareil étant placé dans un champ magnétique uniforme dont les lignes de force sont normales au plan ABCD, donnons à l'ensemble une translation parallèle à AB. Il y aura courant



induit, car il naîtra une force électromotrice d'induction le long de BC qui coupe normalement les lignes de force; il n'y en aura ni le long de AB ni le long de CD, qui ne les coupent pas, ni non plus dans l'air du condensateur, d'après le résultat d'expériences que j'ai rappelées en commençant. Maintenant, il est clair que, en accélérant convenablement le mouvement de translation, on pourra obtenir un courant constant; on aura alors simplement, pour son intensité,

$$i = \frac{-\frac{dN}{dt} - V}{R},$$

N désignant le nombre de lignes de force coupées par BC à partir d'un instant quelconque, R la résistance du fil, et V la différence de potentiel des armatures du condensateur. On tire de là, en multipliant par $i\,dt$,

$$-i\,dN = i^2 R\,dt + V i\,dt.$$

» Maintenant, $V i\,dt$ est le gain d'énergie du condensateur [1] et l'égalité précédente signifie que l'effet Joule, augmenté de l'accroissement de l'énergie du condensateur, forme l'équivalent du travail accompli par l'agent qui, lors de la translation, a surmonté les forces électromagnétiques agissant sur BC; d'après le principe de la conservation de l'énergie, il ne

---

[1] En effet, $i\,dt$ est l'accroissement de la charge du condensateur; si l'on appelle C sa capacité, on a

$$i\,dt = C\,dV; \qquad \text{d'où} \qquad V i\,dt = CV\,dV + d\left(\frac{CV^2}{2}\right).$$

peut exister d'autre travail extérieur et, par conséquent, il n'y a aucune action électromagnétique du champ sur le courant de déplacement qui a pour siège l'air du condensateur.

» Si l'on applique à cette proposition le principe de l'égalité de l'action et de la réaction, on en conclut qu'un courant de déplacement dans l'air n'exerce aucune action magnétique et que, par conséquent, le courant de charge d'un condensateur est un courant ouvert au point de vue magnétique. C'est la négation même de l'un des principes sur lesquels repose la théorie de Maxwell; si donc on veut maintenir cette théorie, il faut renoncer au principe de la réaction.

» M. H. Poincaré a déjà signalé cette incompatibilité entre le principe de la réaction et plusieurs des théories de l'Électrodynamique. Pas plus que lui, je ne vois dans ce fait une raison de renoncer d'avance à ces théories dont la fécondité est attestée par les découvertes capitales auxquelles elles ont donné naissance. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'*ibogine, *principe actif d'une plante du genre* Tabernæmontana, *originaire du Congo*. Note de MM. **A. Haller** et **Ed. Heckel.**

« Bien que la matière première qui a servi à ce Travail ne semble pas avoir la même origine que celle étudiée par MM. Dybowsky et Landrin (¹), nous croyons cependant devoir communiquer les résultats, bien incomplets encore, de recherches qui nous occupent depuis un an et que nous n'avons pu mener à bonne fin, faute de matière suffisante (²).

» Au Congo, et dans les pays environnants, on désigne sous le nom d'*Iboga* diverses espèces de plantes jouissant toutes de propriétés analeptiques et excitantes, et employées comme telles par les naturels du pays. Faute de renseignements précis sur l'origine exacte de celle qui a fait l'objet de nos recherches, nous nous bornons à lui conserver le nom d'*Iboga* ou *Aboua* que lui donnent les indigènes.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 748.

(²) Ces recherches ont été commencées, pour la partie chimique, par M. Schlagdenhaufen qui a réussi à isoler de petites quantités d'ibogine cristallisée ainsi qu'un produit amorphe de mêmes propriétés, et, pour la partie physiologique, par M. le Dr Lambert, de la Faculté de Médecine de Nancy.

» Outre les remarques faites par Baillon et citées dans leur Note par MM. Dybowski et Landrin, voici ce que dit Engler à propos de la racine d'Iboga (¹) : « La racine jaune est un excitant très apprécié dans son pays » d'origine; d'après des essais faits à l'Institut de Liebreich, elle contient » un glucoside spécial, mais ces recherches n'ont pas eu de suite ».

» Il nous a été impossible, jusqu'à présent, de savoir si le principe isolé par le savant allemand a été réellement analysé par lui.

» Les matériaux mis à notre disposition, en quantité malheureusement trop limitée pour mener à bien ce Travail, ont été représentés à l'Exposition coloniale en 1900, et comprennent : 1° des racines; 2° des tiges; 3° des feuilles d'Iboga. Les traitements ont porté sur les écorces des racines, principalement recherchées par les indigènes, les écorces de bois et les feuilles.

» *Écorces de racines.* — Le mode opératoire de M. Schlagdenhaufen pour l'extraction de l'*ibogine*, nom qu'il avait donné au principe actif, consiste à épuiser séparément les différentes parties de la plante, dans un appareil à reflux, au moyen de l'éther de pétrole qui dissout principalement des cires et des corps gras, du chloroforme ou de l'alcool.

» Emploie-t-on ce dernier dissolvant, la solution, après épuisement, est évaporée et l'extrait est repris par de l'eau acidulée. Après filtration de la liqueur, on ajoute de l'ammoniaque ou une autre base, on recueille le précipité jaunâtre et on le fait cristalliser dans l'alcool. La solution, abandonnée à l'évaporation spontanée, fournit, au bout d'un temps plus ou moins long, un amas cristallin assez considérable qu'on lave avec un peu d'éther et qu'on fait ensuite cristalliser dans le même solvant. A cause de la facilité avec laquelle cet alcaloïde se décompose au contact de l'air, il vaut mieux opérer de la façon suivante : L'écorce de racines, préalablement pulvérisée, est mélangée intimement avec le dixième de son poids de magnésie calcinée, puis additionnée d'eau en quantité suffisante pour former une pâte homogène. Ce mélange est ensuite séché à l'étuve, introduit dans un appareil à déplacement et épuisé à froid par de l'éther. La liqueur éthérée, d'une couleur verdâtre, agitée à plusieurs reprises avec de l'acide sulfurique dilué, cède l'alcaloïde qui se combine à l'acide; il suffit enfin de neutraliser la solution par une base et d'épuiser le tout avec de l'éther pour obtenir le principe cherché. En effet, soumise à l'évaporation spontanée, la solution abandonne des cristaux blancs, souillés d'un

(¹) *Pflanzenfamilien*, IV. Theil, Abth. 2, S. 146.

produit jaune brun, qu'on recueille et qu'on purifie par une série de cristallisations dans l'éther anhydre.

» L'ibogine pure se présente sous la forme de cristaux blancs, bien nets, paraissant appartenir au système orthorhombique et pouvant atteindre jusqu'à 1^{cm} de longueur, surtout quand ils sont impurs et jaunes. Elle fond nettement à 152° en donnant un liquide visqueux recristallisant parfois difficilement. Le produit est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, le benzène, l'éther, le chloroforme, l'acétone et la plupart des dissolvants organiques. Chauffé pendant quelque temps au contact de l'air au sein de ses dissolvants, il se décompose peu à peu et, en évaporant la solution, on obtient une masse visqueuse, plus ou moins colorée et incristallisable. Cette modification de l'ibogine se redissout dans les acides étendus et la solution donne, par addition d'un alcali, un précipité d'un jaune sale, soluble en partie seulement dans l'éther en fournissant une liqueur d'un jaune brun par transparence et d'une belle fluorescence d'un jaune vert par réflexion.

» L'ibogine possède une saveur âpre et amère d'abord, qui devient fraîche ensuite.

» L'ibogine est lévogyre. Une solution de $0^{gr},4851$ de produit dans 25^{cc} de benzène pur a donné $\alpha = -0°30'$ pour $l = 200^{mm}$ à la température de 16°, d'où $(\alpha)_D = -12°,88$.

» Les solutions alcooliques ne réduisent pas l'azotate d'argent ammoniacal et n'exercent une action réductrice sur la liqueur de Fehling qu'à la longue et à chaud.

» Bouilli avec de l'acide sulfurique étendu, pendant une demi-heure, elle se colore à peine en jaune. La solution neutralisée ne réduit pas davantage la liqueur cupropotassique. L'ibogine ne se dédouble donc pas dans ces conditions en glucose et en un autre principe, et n'est par conséquent pas un glucoside.

» Elle possède par contre toutes les propriétés des alcaloïdes. Ses solutions alcooliques ont en effet une réaction nettement alcaline au tournesol.

» Elle se combine aux acides pour former des sels incristallisables pour la plupart et donne avec le chlorure de platine un chloroplatinate qui a un aspect amorphe.

» Plusieurs analyses faites sur ce composé ont fourni des nombres qui permettent de lui assigner la formule $C^{26}H^{32}Az^{2}O^{2}$.

» Des essais de détermination du poids moléculaire par la méthode

cryoscopique, au sein de la benzine, nous ont donné des nombres variant de 313 à 320, au lieu de 404 qu'exige la formule que nous proposons.

» Nous avons également employé la méthode ébullioscopique pour élucider le problème du poids moléculaire, mais les chiffres obtenus ont varié du simple au quadruple suivant l'état de concentration de la solution.

» Le dissolvant employé était le chloroforme. En évaporant la solution pour récupérer l'alcaloïde, nous avons constaté qu'une partie du produit était devenu insoluble dans l'éther et avait subi une transformation.

» *Écorces de tiges.* — Les écorces pulvérisées ont été épuisées à chaud par de la benzine cristallisable. On a obtenu une solution verte qui, par refroidissement, a abandonné un dépôt de grumeaux qu'on a séparé par filtration. La liqueur benzénique est distillée et la masse verte, onctueuse au toucher, qui reste comme résidu, est traitée à plusieurs reprises par de l'eau acidulée.

» Les solutions aqueuses réunies sont précipitées par de l'ammoniaque, et le précipité floconneux, d'un jaune grisâtre, est recueilli et traité par un mélange d'alcool absolu et d'éther. On a obtenu ainsi deux sortes de cristaux. Les uns, peu solubles dans l'éther, se déposent sous la forme d'aiguilles fines ou de paillettes fondant à 206°-207°. Les autres, plus solubles dans l'éther et l'alcool, fondent à 152° et sont identiques au produit extrait de l'écorce de racines.

» *Feuilles.* — Elles ont été soumises à un traitement semblable et ont fourni, dans les mêmes conditions, de petites quantités de cristaux ayant toutes les apparences de l'ibogine. Les solutions possédaient d'ailleurs la même saveur que celle observée sur les produits extractifs des écorces de racines et de tiges.

» En résumé, les différentes parties de la plante que l'on nous a soumise renferment un alcaloïde auquel nous donnons la formule provisoire $C^{26}H^{32}Az^2O^2$; les écorces de tiges contiennent en outre un produit cristallisé, différent de l'ibogine par son point de fusion, et qu'il nous a été impossible de soumettre à l'analyse en raison des petites quantités de matière mises à notre disposition.

» Nous nous proposons de revenir sur ce travail dès que nous serons en possession d'une nouvelle provision de racines et de tiges, que la Direction de l'Office colonial a bien voulu nous promettre. Nous espérons aussi, à ce moment, être en mesure d'établir l'espèce de *Tabernæmontana* à laquelle nous avons affaire. »

ZOOLOGIE. — *Les oiseaux momifiés de l'ancienne Égypte.* Note de MM. **Lortet** et **Gaillard**.

« Plus de mille momies d'oiseaux, envoyées de diverses localités de l'Égypte par M. Maspero, Directeur général du Service des Antiquités égyptiennes, ont été ouvertes au Muséum de Lyon. Un nombre considérable de ces momies ne contenaient que les restes de très jeunes animaux, des débris de plumes et d'ossements indéterminables. Cependant il a été possible de recueillir et d'étudier le squelette de près de cinq cents oiseaux bien conservés. Quelques-uns, notamment des crécerelles, un ibis falcinelle, et surtout un rollier, au gracieux plumage vert et bleu, étaient dans un état de conservation tellement parfait, qu'on put les reconnaître au simple examen des plumes; mais la plupart furent déterminés d'après le squelette.

» Ces momies forment deux catégories d'aspect distinct : celle des ibis et celle des oiseaux de proie. Elles proviennent des puits ou des hypogées de Sakkarah, Roda, Kom-Ombo et Gizeh. A Kom-Ombo, elles sont de l'époque romaine; celles de Gizeh datent de l'époque ptolémaïque.

» Les oiseaux de proie se trouvent momifiés tantôt un par un, tantôt par masses de vingt à trente et même quarante rapaces de toute espèce. Les milans, éperviers, aigles et faucons momifiés séparément ont été, en général, plongés dans le bitume liquide, puis enveloppés de bandelettes; leurs momies rappellent un peu la silhouette d'une momie humaine.

» Les oiseaux de proie momifiés par groupes agglomérés ont la forme de grands fuseaux, plus étroits aux deux bouts qu'au milieu, longs de $1^m,50$ environ et larges au plus de $0^m,40$. Les oiseaux qu'ils contiennent n'ont pas tous été momifiés à l'état frais, quelques-uns portent les traces de décomposition avancée. Sans doute ces grandes quantités d'oiseaux de proie ne pouvaient être réunies en une seule journée, ni par une seule personne. Ils étaient probablement apportés un à un, et à plusieurs jours d'intervalle, par les habitants du même village. Lorsque chacun avait participé à cette sorte d'offrande collective, on plaçait au milieu des Rapaces un autre oiseau : ptéroclès, coucou, rollier ou quelques hirondelles. Parfois même on ajoutait une dent de crocodile. Le tout était alors arrosé de bitume, puis enveloppé et serré fortement dans de larges bandes d'étoffe. Quelques baguettes de palmier, épaisses d'un doigt, étaient disposées dans

le sens de la longueur par-dessus la première enveloppe, sur le pourtour de la momie, pour en augmenter la rigidité; enfin, on entourait l'ensemble d'une seconde et dernière enveloppe de bandelettes. L'offrande ainsi apprêtée était portée dans le voisinage du temple de la divinité dont on sollicitait les faveurs.

» Les momies d'ibis ne contiennent toujours qu'un seul individu. Elles sont entourées de bandes d'étoffe, ou conservées dans des vases grossiers en terre cuite rouge. Lorsqu'elles sont protégées de bandelettes, elles ont, le plus souvent, la forme d'un cône arrondi aux extrémités, recouvert d'un réseau de fils entrelacés de manière à produire diverses ornementations. D'autres fois, les ibis sont enveloppés de simples bandes, sans aucun ornement, mais la tête, au lieu d'être maintenue dans sa position naturelle comme celle des oiseaux de proie, est ramenée sur le sternum, dans l'axe du corps. On voit alors le long bec recourbé se prolonger sous les bandelettes jusqu'entre les pattes. Les momies de cette dernière forme renferment toujours un ibis isolé, tandis que celles qui sont ornées de fils entrecroisés et d'étoffes à deux tons, brun clair et foncé, présentent un contenu des plus variés. On trouve, à l'intérieur, soit un amas de poussière et d'étoffe déchirée, soit des débris de bois et de lianes, ou bien des plumes blanches avec deux ou trois morceaux de brique, destinés à donner à la fausse momie le poids d'une momie véritable. D'autres fois on a conservé seulement le bec et les pattes, ou bien encore on a construit de toutes pièces un mannequin ayant la forme d'un oiseau dont la tête, modelée grossièrement avec des chiffons et des bandelettes, ressemble à une tête de faucon.

» Dans ce grand nombre d'oiseaux momifiés, nous avons reconnu les espèces suivantes :

Milvus ægyptius, Gm.
Milvus regalis, Brisson.
Pervius apivorus, L.
Elanus cœruleus, Desf.
Buteo desertorum, Daudin.
Buteo ferox, Gm.
Buteo vulgaris, Linné.
Circaetus gallicus, Gm.
Aquila imperialis, Bechst.
Aquila maculata, Gm.
Nisaetus pennatus, Gm.
Haliaetus albicillus, L.
Falco babylonicus, Gurney.
Falco barbarus, L.
Falco Feldeggii, Schl.
Falco subbuteo, L.
Hierofalco saker, Gm.
Cerchneis cenchrio, Frisch.
Cerchneis tinnunculus, L.
Accipiter nisus, L.
Circus æruginosus, L.
Circus cyaneus, L.
Circus macrurus, L.
Circus pygargus, L.
Melierax gabar, Daudin.
Pandion haliaetus, L.

Strix flammea, L.
Bubo ascalaphus, Savig.
Scops Aldrovandi, Willougby.
Asio otus, L.
Asio brachyotus, Gm.
Cuculus canorus, L.
Coracias garrulus, L.
Hirundo rustica, L.
Pteroclurus senegallus, L.
Œdicnemus crepitans, Temm.
Ibis æthiopica, Lath.
Plegadis falcinellus, L.

» La plupart de ces espèces n'avaient pas encore été signalées parmi les momies d'animaux. Les plus communes sont, par ordre d'importance : la crécerelle, les buses (*Buteo desertorum* et *Buteo ferox*), l'épervier, un aigle de petite taille (*Aquila maculata*) et le milan d'Égypte.

» L'ibis blanc momifié a une taille bien plus forte que l'ibis blanc (*Ibis æthiopia*) qui vit de nos jours dans le sud de la Nubie et sur les bords du Haut Nil, au-dessus de Khartoum. Pour celui-ci, la longueur des tarses varie, suivant Shelley, Sharpe (¹) et nos propres observations, de 89^{mm} à 96^{mm}, alors qu'elle atteint de 102^{mm} à 124^{mm} chez le premier. Il ne s'agit point pourtant de deux formes différentes, car nous avons pu recueillir, dans plusieurs momies, des rémiges blanches terminées par la tache noire caractéristique de l'ibis éthiopien actuel. C'est donc toujours la même espèce, mais, dans la suite des siècles, elle a probablement subi des modifications anatomiques notables. Cette diminution des membres postérieurs, chez un animal dont la domestication n'est pas certaine, est chose importante à signaler. Il est à désirer qu'elle soit confirmée par de nouvelles et nombreuses observations.

» En décrivant les oiseaux vivants de l'Égypte, Savigny (²) a émis l'avis que l'ibis noir des anciens Égyptiens, dont parlent les historiens grecs, devait être l'ibis falcinelle. Pour justifier son opinion, il montre l'ancien nom égyptien de l'ibis noir, *Leheras* d'après Aristote, se retrouvant presque sans altération dans le nom arabe actuel, *el-hereis*, de l'ibis falcinelle. Cette identité ne saurait faire aucun doute, maintenant que nous avons trouvé momifiés plusieurs spécimens de cette dernière espèce. »

(¹) SHELLEY, *Birds of Egypt*, p. 261 ; London, 1872. — SHARPE, *Catal. of Birds* (in *The Brit. Mus.*, vol. XXVI, p. 6; 1898).

(²) J.-C. SAVIGNY, *Histoire naturelle et mythologique de l'Ibis*, p. 39, Paris, 1805. — *Description de l'Égypte*, t. XXIII, p. 440; Paris, 1828.

ZOOLOGIE. — *L'*Okapia Johnstoni, *nouveau Mammifère voisin des girafes, découvert dans l'Afrique centrale.* Note de M. **E. Ray Lankester.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un dessin colorié de l'échantillon unique d'okapi (*Okapia Johnstoni*) rapporté par sir Harry Johnston de la forêt Semliki, sur les limites de l'État indépendant du Congo et du Protectorat anglais d'Uganda. Le dessin représente l'animal tel qu'il paraît à présent préparé et exposé dans le *British Museum*.

» Je présente aussi une reproduction photographique d'une série de dessins très soignés de deux crânes de l'*Okapia*, avec une mâchoire inférieure. La mâchoire inférieure était attachée et fixée dans la peau quand elle arriva entre les mains de sir Harry Johnston; d'après cela, il n'est pas possible de douter que le plus grand des deux crânes appartienne au même animal que la peau.

» Il paraît, d'après l'état de la dentition, que notre individu d'okapi n'a que les deux tiers de la grandeur de l'adulte. Il est aussi grand qu'une grande antilope, telle que l'*hart-beast*, et, à l'état adulte, il doit arriver aux proportions des élans.

» La coloration remarquable de l'animal, ainsi que les proportions générales des membres, de la région cervicale, etc., sont montrées par le dessin. La peau n'a pas de rapport avec celle des girafes; néanmoins la relation avec ces animaux est démontrée absolument par le crâne. Sir Harry Johnston l'a reconnu; c'est pour cela qu'immédiatement après avoir reçu les spécimens, il a, dans une lettre qu'il m'adressait, exprimé l'opinion que l'okapi pourrait être un représentant vivant du genre miocène *Helladotherium*, décrit par notre savant confrère le professeur Albert Gaudry.

» Le crâne de l'okapi a la forme générale de celui des girafes, quoiqu'il ne présente pas de cornes. Il existe de chaque côté du crâne une élévation sur-orbitaire qui peut représenter en quelque manière la base des cornes frontales osseuses des girafes. L'*Helladotherium* ne présente qu'une seule élévation centrale dans la même région. On remarque encore dans le crâne de l'okapi la vacuité pré-orbitaire très bien développée, telle qu'elle existe dans les girafes. Celle-ci n'existe pas dans l'*Helladotherium*. Une structure très caractéristique des girafes se trouve dans la forme bilobée

des dents caniniformes de la mâchoire inférieure. Ces dents (une extérieure, de chaque côté d'un groupe de huit dents) n'ont pas la forme bilobée dans les autres genres de Ruminants jusqu'à présent connus, sauf les girafes; mais dans l'okapi on retrouve sur ces mêmes dents la forme étrange qui se montre chez les girafes.

» Je n'insiste pas sur les caractères du genre *Okapia* que MM. les Membres de l'Académie peuvent observer eux-mêmes sur les dessins que je leur communique.

» Les dates de la découverte de l'okapi sont les suivantes : en mars 1900, sir Harry Johnston a entendu parler de cet animal par certains nains (les Akkas) des forêts du Congo, qui étaient venus chez lui à Entebbe (Uganda). Il paraît que Stanley aussi en avait entendu parler par des hommes de la même race, quand il visitait leur pays en 1889. Alors, en juillet 1900, sir Harry Johnston visita la forêt du Semliki et tâcha de se procurer l'animal ou, au moins, de le voir à l'état vivant. Il n'a réussi qu'à se procurer deux morceaux de la peau de l'animal ; ils furent envoyés en Angleterre et considérés par Sclater comme appartenant à un nouveau zèbre, auquel il donna le nom de *Zebra Johnstoni*.

» Mais en mars 1901, sir Harry Johnston a reçu de la part d'un officier de l'État indépendant du Congo, M. Erikson, la peau complète et les deux crânes dont j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les dessins. Les doubles phalanges terminales des pieds étaient conservées, quand le spécimen arriva à Londres, mais il paraît que les sabots, dont la présence avait été constatée par M. Erikson, se sont perdus en route. La peau a été montée et la pose générale de l'animal déterminée sous ma direction par M. Rowland Ward, le taxidermiste. J'ai créé le genre *Okapia* pour la réception de cette forme remarquable. »

M. **Albert Gaudry**, en transmettant la Note qui précède, communique à l'Académie, au nom de M. *Ray Lankester*, un dessin colorié de l'okapi. Le curieux animal de l'Uganda a été monté, sous la direction de M. Ray Lankester, avec la peau envoyée par sir *Harry Johnston*. Le dessin colorié est accompagné de photographies des crânes et des dents de l'okapi.

M. Albert Gaudry présente, en même temps, la restauration du squelette de l'*Helladotherium* trouvé à Pikermi dans les fouilles entreprises, il y a plus de quarante ans, sous les auspices de l'Académie; il a dessiné le

contour présumé de son corps à l'état de vie. On peut ainsi apprécier la ressemblance de l'*Helladotherium* du miocène supérieur et de son descendant actuel, l'okapi.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *de Lacaze-Duthiers*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 63,

M. Yves Delage	obtient	37	suffrages
M. Léon Vaillant	»	25	»
M. Bouvier	»	1	»

M. **Yves Delage**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de M. *Raoult*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Gouy	obtient	54	suffrages
M. Benoît	»	5	»

M. **Gouy**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doivent être présentés à M. le Ministre du Commerce pour la chaire de Mécanique laissée vacante au Conservatoire des Arts et Métiers par le décès de M. *Hirsch*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat,

M. Sauvage	obtient	39	suffrages
M. Petot		7	»

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat,

M. Petot obtient . . . . 40 suffrages

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne . . . . M. **Sauvage.**
En seconde ligne . . . . M. **Petot.**

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Kowalevsky*, Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, décédé à Saint-Pétersbourg le 22 novembre 1901.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour la chaire de Culture devenue vacante au Muséum d'Histoire naturelle par le décès de M. *Maxime Cornu*.

(Renvoi aux Sections de Botanique et d'Économie rurale.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le nombre de racines communes à plusieurs équations*. Note de M. **A. Davidoglou**, présentée par M. Ém. Picard.

« Nous allons appliquer la méthode, que nous avons exposée dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 11 novembre), à la recherche du nombre des racines multiples d'une équation

$$f(x) = 0$$

comprises dans un intervalle donné ab. Comme on le verra par ce qui va suivre, nous résoudrons complètement ce problème, les conditions de continuité de $f(x)$ étant toujours les conditions classiques.

» Reprenons l'intégrale

$$I = -\frac{1}{2\pi} \lim_{\varepsilon=0} \int_a^b \left[\frac{\lambda\mu' - \mu\lambda' + \varepsilon^2(\lambda\lambda'' - \lambda'^2)}{\lambda^2 + (\mu + \varepsilon^2\lambda')^2} - \frac{\lambda\mu' - \mu\lambda' - \varepsilon^2(\lambda\lambda'' - \lambda'^2)}{\lambda^2 + (\mu - \varepsilon^2\lambda')^2} \right] dx,$$

que nous écrirons

$$I = -\frac{1}{2\pi}\lim_{\varepsilon=0}\int_a^b [F(\lambda, \mu, \varepsilon^2) - F(\lambda, \mu, -\varepsilon^2)]\,dx.$$

» Cette intégrale donne le nombre de racines communes à

$$\lambda(x) = 0,$$
$$\mu(x) = 0,$$

situées dans l'intervalle ab, si, *pour toute racine commune* x_i, on a

$$\lambda'(x_i) \neq 0.$$

» Cela étant, en prenant

$$\lambda = f'(x),$$
$$\mu = f^2 + f'^2,$$

et en supposant que l'équation $f(x) = 0$ n'admet, dans ab, que des *racines simples* et *doubles*, le nombre de ces dernières sera

$$I_2 = -\frac{1}{2\pi}\lim_{\varepsilon=0}\int_a^b [F(f', f^2 + f'^2, \varepsilon^2) - F(f', f^2 + f'^2, -\varepsilon^2)]\,dx.$$

» Pour avoir le nombre I_1 de racines simples, on peut prendre

$$\lambda = f,$$
$$\mu = \frac{f^2}{(f^2 + f'^2)^2}.$$

» Les conditions de continuité et la condition $\lambda'(x_i) \neq 0$ étant évidemment satisfaites, on pourra écrire

$$I_1 = -\frac{1}{2\pi}\lim_{\varepsilon=0}\int_a^b \left\{ F\left[f, \frac{f^2}{(f^2+f'^2)^2}, \varepsilon^2\right] - F\left[f, \frac{f^2}{(f^2+f'^2)^2}, -\varepsilon^2\right]\right\} dx.$$

» J'ajoute que ce dernier nombre peut aussi être calculé par une simple intégration, un paramètre figurant aussi, mais ayant une valeur arbitraire, finie.

» Si notre équation $f = 0$ admettait des racines simples, doubles et triples dans l'intervalle ab, on prendrait respectivement, pour déterminer leur nombre,

$$\lambda = f'', \qquad \lambda = f', \qquad \lambda = f,$$

$$\mu = f^2 + f'^2 + f''^2, \qquad \mu = \frac{f^2}{(f^2 + f'^2 + f''^2)^3},$$

$$\mu = \frac{f^2}{(f^2 + f'^2 + f''^2)^3} + \frac{f^2}{\left[f'^2 + \frac{f^2}{(f^2 + f'^2 + f''^2)^3}\right]^2}.$$

» En général, supposons que l'équation $f(x) = 0$ admette des racines d'ordre p au plus et qu'elle en admette effectivement. On aura le Tableau suivant :

$$\text{Nombre de racines d'ordre : }\left\{\begin{array}{ll}
p & \left\{\begin{array}{l}\lambda_p = f^{(p-1)},\\ \mu_p = \sum_0^{p-1} f^{2(i)},\end{array}\right.\\
(p-1) & \left\{\begin{array}{l}\lambda_{p-1} = f^{(p-2)},\\ \mu_{p-1} = \dfrac{f^2}{\mu_p^p},\end{array}\right.\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, & \\
\begin{array}{c}(p-q)\\ q>1\end{array} & \left\{\begin{array}{l}\lambda_{p-q} = f^{(p-q-1)},\\ \mu_{p-q} = \mu_{p-q+1} + \dfrac{f^2}{(\lambda_{p-q+1}^2 + \mu_{p-q+1})^{p-q+1}}.\end{array}\right.
\end{array}\right.$$

» Avant de finir, je ferai la remarque suivante : *les fonctions* λ, μ *que nous avons données plus haut ne sont pas les seules fonctions répondant à la question.*

» Reprenons, en effet, pour plus de clarté, le cas des racines doubles. On obtiendra leur nombre I_2 en prenant

$$\lambda = f',$$
$$\mu = f,$$

ce qui nous donnera

$$I_2 = -\frac{1}{2\pi}\lim_{\varepsilon=0}\int_a^b [F(f', f, \varepsilon^2) - F(f', f, -\varepsilon^2)]\,dx.$$

» Pour avoir le nombre de racines simples, il faut procéder avec plus d'attention. Isolons les valeurs $\alpha_1, \ldots, \alpha_r$ de x, comprises entre a et b qui annulent $f'(x)$ sans annuler $f(x)$, par de petits segments $\varepsilon_1, \ldots, \varepsilon_r$ ne comprenant à leur intérieur aucune racine de $f(x)$ ou de $f(x)$ et $f'(x)$. Nous obtiendrons de la sorte les segments de ab, $\delta_1, \ldots, \delta_{r+1}$ extérieurs à $\varepsilon_1, \ldots, \varepsilon_r$. Prenons alors

$$\lambda = \frac{f(x)}{f'(x)},$$
$$\mu = \frac{f(x)}{f'^2(x)}.$$

On pourra écrire

$$I_1 = -\frac{1}{2\pi}\lim_{\varepsilon=0}\sum_1^{r+1}\int_{\delta_i}\left[F\left(\frac{f}{f'}, \frac{f}{f'^2}, \varepsilon^2\right) - F\left(\frac{f}{f'}, \frac{f}{f'^2}, -\varepsilon^2\right)\right]dx,$$

la quantité $\lambda' = 1 - \frac{ff''}{f'^2}$ étant évidemment différente de zéro sur chaque segment δ_i, et cela pour toute racine commune à $\lambda = \mu = 0$, qui sont les racines simples de $f = 0$. Or, l'égalité

$$F\left(\frac{f}{f'}, \frac{f}{f'^2}, \varepsilon^2\right) = \frac{\varepsilon^2 \Delta_1 - f^2 f''}{f^2 f'^2 + [f + \varepsilon^2(f'^2 - ff'')]^2}$$

montre immédiatement que, si l'on prend

$$\varepsilon^2 f''(\alpha_i) < 1$$

(ce qui arrive certainement à partir d'une certaine valeur de ε), la somme

$$\sum_1^r \int_{\varepsilon_i} \left[F\left(\frac{f}{f'}, \frac{f}{f'^2}, \varepsilon^2\right) - F\left(\frac{f}{f'}, \frac{f}{f'^2}, -\varepsilon^2\right)\right] dx$$

tend vers zéro avec les ε_i et l'on pourra, par suite, écrire

$$I_1 = -\frac{1}{2\pi} \lim_{\varepsilon = 0} \int_a^b \left[F\left(\frac{f}{f'}, \frac{f}{f'^2}, \varepsilon^2\right) - F\left(\frac{f}{f'}, \frac{f}{f'^2}, -\varepsilon^2\right)\right] dx.$$

» En général, dans le cas des racines multiples d'ordre p, les couples de fonctions

$$\lambda = f^{(p-1)}, \qquad \lambda = f^{(p-2)}, \qquad \lambda = \frac{f}{f'},$$
$$\mu = f, \qquad \mu = \frac{f^{p-1}}{f'^p}, \qquad \mu = \frac{f^{p-1}}{f'^p}$$

donneront respectivement le nombre de racines d'ordre p, d'ordre $(p-1)$ et la somme des nombres de racines simples, doubles, ..., jusqu'à l'ordre $(p-1)$ inclusivement. »

ÉLECTRICITÉ. — *Détermination de quelques coefficients de self-induction.* Note de M. **G.-A. Hemsalech**, présentée par M. G. Lippmann.

« Dans mes expériences sur les spectres des étincelles électriques, faites au laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne, je me suis servi de deux bobines à self-induction variable ([1]). Je m'étais contenté de

([1]) G.-A. Hemsalech, *Recherches expérimentales sur les spectres d'étincelles*, p. 28; Paris, 1901.

déterminer les coefficients de self-induction de ces bobines par le calcul. Les valeurs ainsi trouvées sont trop grandes, ainsi que M. A. de Gramont a bien voulu me le faire remarquer.

» J'ai donc déterminé expérimentalement les coefficients de mes bobines par la méthode d'Anderson. Ces mesures ont été exécutées au laboratoire de M. J.-A. Fleming, à University College, suivant la méthode d'Anderson, perfectionnée par M. Fleming.

» En remplaçant les valeurs calculées par celles données par l'expérience et qui sont notablement plus petites, on trouve comme grandeur des self-inductions ([1]) qu'il est utile d'employer pour observer les spectres de certains métaux :

0,00286 henry.....	Cobalt, zinc, magnésium, aluminium.
0,00689 »	Manganèse, argent.
0,0254 »	Antimoine.
0,0419 »	Fer, nickel, cadmium, étain ([2]), plomb ([2]), bismuth, cuivre.

» Les raies de l'air sont complètement éliminées avec 0,00286 henry. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la distribution régulière de la déclinaison et de l'inclinaison magnétiques en France au 1er janvier 1896.* Note de M. E. **Mathias**, présentée par M. Mascart.

« 1. J'ai montré antérieurement ([3]) que la formule linéaire qui donne, en fonction de la longitude et de la latitude géographiques, la loi de distribution régulière de la composante horizontale dans la région de Toulouse s'applique à toute la France et permet de retrouver, avec des différences inférieures aux erreurs d'observation, la plupart des nombres que M. Moureaux a donnés dans son Réseau magnétique de la France au 1er janvier 1896 ([4]).

» J'ai été moins heureux avec la déclinaison et l'inclinaison, en ce sens

---

([1]) La capacité du condenseur était de 0,008 microfarad environ.

([2]) Dans ma Thèse (*loc. cit.*, p. 95 et 98), j'avais omis par erreur de donner les grandeurs des self-inductions maxima employées pour ces deux métaux ; elles étaient fournies par la bobine B_{12}.

([3]) E. Mathias, *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 554; 1er octobre 1900.

([4]) Th. Moureaux, *Annales du Bureau central météorologique*, année 1898, t. I.

que les formules linéaires de la région toulousaine [1] ont dû être remplacées par des formules du second degré à cinq ou six termes: par contre, les formules ainsi obtenues sont valables pour la Corse aussi bien que pour la France continentale.

» Les notations sont les mêmes que dans mes Notes précédentes, et les différences ΔD, ΔI, (Δ long.), (Δ lat.) sont toujours exprimées en minutes d'angle.

» 2. *Déclinaison.* — J'ai pu représenter la différence ΔD existant entre la déclinaison d'un endroit X, au 1er janvier 1896, donnée par M. Moureaux, et celle de l'Observatoire de Toulouse à la même époque par la formule :

$$(1)\quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta D = 0{,}42\,(\Delta\,\text{long.}) + 0{,}17\,(\Delta\,\text{lat.}) + 0{,}000090\,(\Delta\,\text{long.})^2 \\ \qquad + 0{,}000086\,(\Delta\,\text{long.})(\Delta\,\text{lat.}) - 0{,}000062\,(\Delta\,\text{lat.})^2. \end{array} \right.$$

» Tandis que (1) donne les ΔD (calc.), les ΔD (obs.) sont donnés par

$$(2)\qquad \Delta D\,(\text{obs.}) = D_{x,96} - 14^\circ 40',$$

$D_{x,96}$ étant la déclinaison de la station X au 1er janvier 1896 donnée par M. Moureaux et 14°40′ la déclinaison de l'observatoire de Toulouse à la même époque et d'après le même auteur. Si la différence entre les ΔD observés et calculés ne dépasse pas, en valeur absolue, 3′ environ, la station correspondante est considérée comme *régulière;* elle est *anomale* si la différence atteint ou dépasse 4′.

» On trouve ainsi 11 départements entièrement réguliers et 17 départements ne présentant chacun qu'une seule anomalie sur une moyenne de 5 à 6 stations par département. Tous les autres départements présentent une proportion variable de stations régulières et de stations anomales.

» Si aux stations visitées par M. Moureaux on joint celles de la région toulousaine, on trouve plus de 300 stations régulières situées dans toutes les régions de la France, y compris la Corse. Bien que la déclinaison soit très fortement affectée par les causes locales, même dans les régions où les couches superficielles du sol ne sont pas magnétiques, on ne peut nier que cet élément n'obéisse à une loi de distribution régulière comme la composante horizontale.

---

[1] E. Mathias, *Études sur le Magnétisme terrestre de la région toulousaine* (*Congrès international de Météorologie de* 1900, p. 226).

» 3. *Inclinaison.* — Des tâtonnements réguliers m'ont permis de passer de la forme linéaire [1],

$$\Delta I = 0{,}129(\Delta\,\text{long.}) + 0{,}936(\Delta\,\text{lat.})$$

valable dans la région toulousaine, à la formule plus exacte

$$(3)\quad \left\{ \begin{aligned} \Delta I = {} & 0{,}13(\Delta\,\text{long.}) + 0{,}88(\Delta\,\text{lat.}) - 0{,}000025(\Delta\,\text{long.})^2 \\ & - 0{,}000050(\Delta\,\text{long.})(\Delta\,\text{lat.}) - 0{,}000200(\Delta\,\text{lat.})^2, \end{aligned} \right.$$

applicable à toute la France. Les ΔI(obs.) sont alors donnés par

$$(4)\qquad \Delta I(\text{obs.}) = I_{x,96} - 61^\circ 4',$$

formule dont la signification est analogue à celle de (2). La formule (3) a permis de choisir, dans les 617 localités visitées par M. Moureaux et la centaine de stations toulousaines visitées par moi, 462 localités telles que la différence ΔI(obs.) — ΔI(calc.) soit, en valeur absolue, inférieure à 4'. On a pu alors écrire 462 équations à *six* inconnues de la forme

$$(5)\quad \left\{ \begin{aligned} \Delta I(\text{obs.}) = {} & x + y(\Delta\,\text{long.}) + z(\Delta\,\text{lat.}) + t(\Delta\,\text{long.})^2 \\ & + u(\Delta\,\text{long.})(\Delta\,\text{lat.}) + v(\Delta\,\text{lat.})^2. \end{aligned} \right.$$

» Si l'on pose

$$y = 0{,}13 + y',\qquad z = 0{,}88 + z',\qquad t = -0{,}0000\,25 + t',$$
$$u = -0{,}0000\,50 + u',\qquad v = -0{,}000\,2 + v',$$

et si l'on retranche membre à membre (3) de (5), il vient

$$(6)\quad \left\{ \begin{aligned} \Delta I(\text{obs.}) - \Delta I(\text{calc.}) = {} & x + y'(\Delta\,\text{long.}) + z'(\Delta\,\text{lat.}) + t'(\Delta\,\text{long.})^2 \\ & + u'(\Delta\,\text{long.})(\Delta\,\text{lat.}) + v'(\Delta\,\text{lat.})^2. \end{aligned} \right.$$

» Les 462 équations à six inconnues du type (6) ont été résolues au moyen de la méthode des moindres carrés par le service des calculateurs de l'observatoire de Toulouse. Je tiens à exprimer à M. B. Baillaud, directeur de l'observatoire, sous la haute direction duquel ces pénibles calculs ont été effectués, l'expression de ma profonde reconnaissance. Les 462 équations (6) ont fourni la solution suivante

$$x' = -1',2\qquad y' = -0{,}00627\qquad z' = +0{,}01410,$$
$$t' = -0{,}0000071,\qquad u' = -0{,}0000031,\qquad v' = -0{,}0000271,$$

---

[1] E. Mathias, *Congrès de Météorologie de* 1900, p. 231.

d'où l'on déduit pour la loi de distribution régulière de l'inclinaison

$$(7)\quad \begin{cases} \Delta I = -1',2 + 0,12373(\Delta\,\text{long.}) + 0,89410(\Delta\,\text{lat.}) \\ \qquad - 0,000032\,(\Delta\,\text{long.})^2 - 0,0000531\,(\Delta\,\text{long.})\,(\Delta\,\text{lat.}) \\ \qquad - 0,000227\,(\Delta\,\text{lat.})^2, \end{cases}$$

ce qui justifie au delà de toute espérance la formule provisoire (3).

» La signification théorique du terme constant de (7) est simple : *c'est, changée de signe, l'anomalie de la station de référence relative à l'inclinaison.*

» Comme on ne peut répondre de la minute dans les mesures d'inclinaison, dans le cas présent, cela veut simplement dire que l'anomalie de Toulouse est négligeable pour l'inclinaison comme pour les autres éléments et que l'inclinaison 61°4', relative au 1er janvier 1896, est trop forte de 1',2. »

MÉTROLOGIE. — *Sur l'application de la chambre claire de Govi à la construction d'un comparateur pour règles étalons à bouts.* Note de M. **A. Lafay**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans une Note antérieure [1], j'ai eu l'occasion de signaler le parti qu'il est possible de tirer de la chambre claire de Govi pour réaliser diverses expériences d'interférence. Je me propose de revenir aujourd'hui sur l'un des dispositifs que j'ai indiqués et de montrer l'application qu'on peut en faire à la réalisation d'un comparateur optique pour *règles étalons à bouts* [2].

» Si dans le réfractomètre, dont le schéma est représenté par la *fig.* 2 de ma précédente Note, on substitue au miroir plan M l'extrémité arrondie d'une broche en acier poli, il est possible d'observer, avec le microscope L (*fig.* 1), une série d'anneaux d'interférence sensiblement localisés en C. Tout se passe comme si le phénomène se produisait entre la surface sphérique BCB' et le plan virtuel M'_1 qui est l'image du miroir *métallique* M' par rapport à xy.

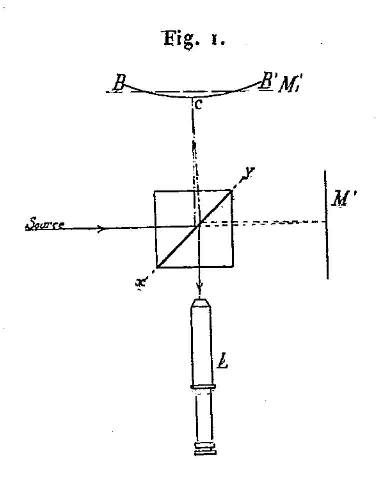
---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1122; 23 avril 1900.

(2) MM. Pérot et Fabry ont imaginé récemment une méthode interférentielle remplissant le même but : mais elle est fondée sur un mode d'observation entièrement différent.

» Lorsque M'_1 coupe franchement la sphère BCB′ on observe, *en lumière blanche*, une couronne d'anneaux qui présentent les colorations signalées

Fig. 1.

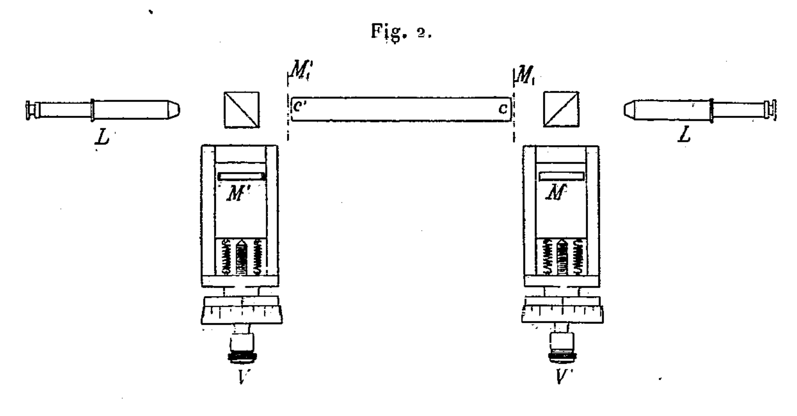


par Newton et sont de moins en moins nets à mesure que l'on s'éloigne de l'anneau blanc situé dans la partie médiane.

» Un déplacement convenable de M′ permet de rétrécir ce dernier anneau et de le réduire à l'état de tache centrale; le plan M'_1 est alors tangent à l'extrémité C de la broche.

» Ce qui précède permet de comprendre facilement le fonctionnement du comparateur dont la *fig.* 2 donne le schéma.

Fig. 2.



» Les étalons à comparer viennent successivement occuper la situation B et l'on amène M'_1 et M_1 au contact des extrémités C et C′ en agissant sur les vis V et V′.

» La somme algébrique des déplacements que l'on est obligé de com-

muniquer aux miroirs M et M′ quand on passe du *type à la copie* est égale à la différence de leurs longueurs.

» Cet appareil présente l'avantage d'éviter les déformations dues aux contacts matériels des palpeurs employés dans les comparateurs ([1]) ordinaires. De plus, on peut opérer avec une égale facilité sur des surfaces convexes ou concaves, et il est possible de comparer entre elles des bagues étalons convenablement préparées. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons du chlorure d'aluminium avec les chlorures alcalins*. Note de M. E. **Baud**.

« Les chlorures doubles de la forme Al^2Cl^6, $2MCl$, ou spinelles chlorés, sont connus depuis les travaux de Degen et H. Sainte-Claire Deville. J'ai préparé ces composés à l'état de pureté dans le but de déterminer leur chaleur de formation.

» J'ai fondu, en matras scellé, le mélange de Al^2Cl^6 et de chlorure alcalin, dans la proportion indiquée par la formule. Le chauffage au bain d'huile à 250°-270° est prolongé jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de sublimé de Al^2Cl^6 dans la pointe du matras, celle-ci étant momentanément sortie du bain. On obtient ainsi une masse fondue, à cassure fibreuse, et de composition bien homogène.

» I. $Al^2Cl^6, 2NaCl$:

Sa chaleur de dissolution dans l'eau (1 molécule dans 32^{lit}) vers +15° est	$+141^{Cal},42$
Ce qui fait pour la chaleur de formation :	
Al^2Cl^6 sol. + $2NaCl$ sol. = $Al^2Cl^6, 2NaCl$ sol...	$+11^{Cal},84$ ([2])

» II. $Al^2Cl^6, 2KCl$:

Sa chaleur de dissolution dans l'eau est..........	$+120^{Cal},44$
Soit pour la chaleur de formation................	$+26^{Cal},38$

([1]) Parmi ces instruments, il convient de signaler comme un des plus remarquables le comparateur automatique imaginé par M. le colonel Hartmann (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 1024).

([2]) Al^2Cl^6 en solution étendue n'a aucune action sur 2 NaCl dissous. Les calculs ont été faits en prenant pour chaleur de dissolution du chlorure alcalin celle qui convient au sel fondu.

» III. $Al^2Cl^6, 2AzH^4Cl$:

Ce composé, qui n'avait pas été préparé, a pour chaleur de dissolution dans l'eau..................	$+120^{Cal},943$
Soit pour la chaleur de formation..................	$+26^{Cal},53$

» Ce chlorure double, ainsi que les précédents, distille sans décomposition.

» Ces nombres montrent déjà qu'il y a une grande analogie entre le composé potassique et le composé ammonique.

» Le chlorure double sodique s'écarte notablement des deux autres. Sa chaleur de formation est bien moindre : $+11^{Cal},84$. Il suffira donc d'une quantité d'énergie plus faible pour le décomposer, mais aussi il s'hydratera plus rapidement, ce qui s'accorde bien avec les faits connus et justifie notamment l'emploi du composé à 2 NaCl dans la préparation de l'aluminium.

» J'ai obtenu de nouvelles combinaisons, plus riches en chlorure alcalin.

» Celles de la forme $Al^2Cl^6, 3MCl$ ont été préparées par fusion du composé à 2MCl avec une troisième molécule de chlorure alcalin, dans un ballon en verre, à une température voisine de 500°. Dans ces conditions, si l'on ajoute plus d'une molécule de chlorure alcalin, la quantité en excès reste infusible, tandis que la partie fusible a pour composition $Al^2Cl^6, 3MCl$.

» J'ai préparé ainsi les corps suivants :

	Cal
$Al^2Cl^6, 3NaCl$ a pour chaleur de dissolution (1^{mol} dans 36^{lit})............	+136,97
Soit pour chaleur de formation....................................	+ 15,29
La fixation de NaCl sur $Al^2Cl^6, 2NaCl$ dégage donc $15^{Cal},29 - 11^{Cal},84$, soit....................................	+ 3,45
$Al^2Cl^6, 3KCl$ a pour chaleur de dissolution (1^{mol} dans 36^{lit})............	+112,07
Soit pour chaleur de formation....................................	+ 30,53
La fixation de KCl sur $Al^2Cl^6, 2KCl$ dégage donc $30^{Cal},53 - 26^{Cal},38$, soit....................................	+ 4,15

» J'ai préparé les composés suivants par fusion des chlorures au creuset de platine. Le chlorure alcalin est d'abord fondu et l'on y projette le chlorure $Al^2Cl^6, 2MCl$, en quantité exactement calculée pour obtenir le composé cherché.

» Les pertes par volatilisation des deux chlorures sont faibles et se compensent sensiblement.

» On laisse ensuite refroidir dans l'air sec.

$Al^2Cl^6, 6NaCl$. Sa chaleur de dissolution dans l'eau (la molécule dans 48^{lit}) est	Cal +129,73
Soit pour la chaleur de formation	+ 19,45
Ce qui fait pour les trois dernières molécules	+ 4,24
c'est-à-dire.... $+1^{Cal},413$ par molécule.	
$Al^2Cl^6, 6KCl$. Sa chaleur de dissolution dans l'eau est	+ 93,304
Soit pour la chaleur de formation	+ 36,636
Ce qui fait pour les trois dernières molécules fixées	+ 6,106
c'est-à-dire.... $+2^{Cal},035$ par molécule.	

» Ces composés, qu'on pourrait appeler des *cryolithes chlorées*, paraissent être des combinaisons définies, ainsi que le montrent les quantités de chaleur dégagées par la fixation des différentes molécules de chlorure alcalin :

	NaCl.	KCl.
	Cal	Cal
Les deux premières molécules dégagent par molécule	5,92	13,19
La 3e molécule dégage	3,45	4,15
Les 4e, 5e et 6e molécules dégagent par molécule	1,41	2,035

» Si l'on fixe encore de nouvelles molécules de chlorure alcalin, il y a bien dégagement de chaleur, mais il est très faible ($0^{Cal},39$ pour NaCl à $0^{Cal},75$ pour KCl par molécule pour les deux suivantes) et il finit par atteindre l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience.

» Ces composés existent dans certains électrolytes employés dans la fabrication de l'aluminium et composés de chlorure $Al^2Cl^6, 2NaCl$ et d'un grand excès de chlorure de sodium. Ce sont eux qui diminuent la volatilité du chlorure d'aluminium.

» *En résumé*, il existe, outre les spinelles chlorés, des composés $Al^2Cl^6, 3NaCl$ et $Al^2Cl^6, 3KCl$ et très probablement aussi des cryolithes chlorées $Al^2Cl^6, 6NaCl$ et $Al^2Cl^6, 6KCl$. Ces derniers corps ne représentent même pas les termes ultimes de la combinaison de Al^2Cl^6 avec les chlorures alcalins, mais il est difficile d'établir thermiquement l'existence et la composition exacte des composés supérieurs, parce que la chaleur dégagée par la fixation des dernières molécules devient trop faible. »

CHIMIE. — *Sur la préparation du baryum.* Note de M. **Guntz**, présentée par M. A. Haller.

« Le baryum pur n'a pas été obtenu jusqu'ici : dans la littérature chimique, je n'ai pu trouver d'analyse montrant la pureté du corps produit.

» Bunsen et Matthiesen ([1]), Frey ([2]), Maquenne ([3]), Borcher ([4]) indiquent dans leurs Mémoires qu'ils ont obtenu du baryum; d'autres savants au contraire, plus récemment, comme Cl. Limbs ([5]) puis Béla de Lengyel ([6]) n'ont pu obtenir ce métal dans leurs essais.

» En étudiant les conditions de stabilité de l'amalgame de baryum, j'ai pu obtenir le métal à l'état pur et étudier ses propriétés. L'amalgame de baryum s'obtient, comme on le sait, très facilement et en grande quantité par l'électrolyse d'une solution saturée de $BaCl^2$ en se servant d'une cathode de Hg, l'anode étant en platine iridié. Dans ces conditions, en quelques heures, il est facile d'obtenir plusieurs kilos d'amalgame à 3 pour 100 de baryum. M. Maquenne avait déjà essayé d'en séparer le métal en distillant l'amalgame dans le vide au rouge vif, mais à cette température, « on le voit, dit-il, décrépiter sans fondre et se résoudre en une » poussière qui se répand dans toutes les parties de l'appareil : il semble » néanmoins qu'il se produise ainsi une séparation complète du mercure ». Mais il ajoute plus loin « qu'on ne saurait fonder sur cette méthode une » préparation pratique du baryum, d'autant moins que ce métal paraît être » infusible à la plus haute température que le tube de porcelaine puisse » supporter lorsqu'on y fait le vide ».

» En répétant cette expérience, j'ai reconnu que ces résultats ne tenaient qu'à la manière de chauffer le tube, car on peut assez facilement retirer le baryum de son amalgame, en observant certaines précautions.

» Pour arriver à chauffer le tube de porcelaine, très régulièrement et très lentement, j'ai employé le procédé connu de chauffage électrique en

---

([1]) *Liebig's Annalen*, t. XCIII, p. 277.
([2]) *Liebig's Annalen*, t. CLXXXIII, p. 367.
([3]) *Bulletin Société chimique*, t. VII, p. 386.
([4]) *Traité d'Électrochimie*, p. 93.
([5]) *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, p. 105; 1895.
([6]) *Math. naturw. Berichte Ungarn*, t. XIV, p. 180.

mettant le tube de porcelaine dans un manchon en terre réfractaire. A cause du prix élevé du platine, j'ai employé du fil de Pt de $0^{mm},2$ à $0^{mm},3$ de diamètre, mais il faut alors enrober le fil dans une brasque de $Al^2O^3 + MgO$ pour éviter son altération rapide, à haute température, au contact de la silice du tube réfractaire. En recouvrant cette brasque de plusieurs épaisseurs de carton d'amiante, on arrive à maintenir un tube de porcelaine de $0^m,050$ de diamètre sur une longueur de $0^m,300$ à une température de 1200° à 1300° avec une dépense de 600 à 700 watts. Avec ce dispositif, lorsqu'on chauffe graduellement et très lentement l'amalgame de baryum placé dans une nacelle en fer, en suivant la température à la pince thermoélectrique (il faut mettre environ trois heures pour arriver à 600°), du mercure se sépare sans projection, et il reste dans la nacelle un amalgame fondu; si l'on continue à chauffer progressivement jusqu'à 850° environ, l'amalgame continue à perdre du mercure et il reste un amalgame à 90 pour 100 environ de baryum. Si on élève la température vers 1150°, on constate que le métal semble bouillir en se vaporisant très rapidement; on peut, à cette température, vaporiser en peu de temps plus de 20^{gr} de baryum, et le métal qui bout ne renferme plus de mercure, comme on peut le constater en cessant de chauffer avant la fin de la distillation.

» Il n'est pas d'ailleurs nécessaire d'aller aussi haut pour obtenir une séparation complète du mercure. En refroidissant convenablement les extrémités du tube de porcelaine, j'ai obtenu avec un bien meilleur rendement, à une température de 1000°, du baryum pur.

» Contrairement aux assertions de Frey, le baryum est parfaitement fondu en dessous de 1000° et son point de solidification est même situé beaucoup plus bas. C'est de plus un corps très volatil; c'est cette propriété qui explique pourquoi l'on n'a pu obtenir jusqu'ici ce métal.

» Pour retirer le baryum de la nacelle à laquelle il adhère fortement, il faut l'enlever au ciseau, opération au cours de laquelle il s'oxyde fortement, altération qui explique les nombres un peu faibles trouvés dans nos analyses. Le métal obtenu a été analysé en en décomposant un poids connu par l'eau, et pesant ensuite le baryum à l'état de sulfate de baryte. Il était exempt de mercure, car la solution était parfaitement limpide et ne renfermait pas de mercure dissous.

» Voici les analyses :

Baryum employé.	$BaSO^4$ trouvé.	Pour 100 du baryum.
0,2900	0,4814	97,72
0,4949	0,8231	97,89

» Comme contrôle définitif on a également mesuré le volume d'hydrogène dégagé par un poids connu de métal. Ce contrôle est indispensable, car l'hydrure de baryum renferme, comme je l'ai montré, 98,56 de Ba.

» Le baryum ainsi obtenu a l'éclat métallique d'une couleur blanc d'argent dans sa coupure fraîche; il est mou comme du plomb, quoiqu'un peu plus dur, quand il est bien exempt de mercure, cassant dans le cas contraire. Il est fusible au rouge sombre et très volatil au rouge vif. C'est ainsi que, si l'on projette un fragment de Ba dans du $BaCl^2$ fondu au rouge, on le voit descendre dans le liquide, puis se vaporiser, et des flammes verdâtres, provenant de la combustion de Ba, se produisent à la surface du bain fondu.

» Le baryum s'oxyde rapidement à l'air en donnant de la baryte en poudre condensée sur les parois du tube de porcelaine où l'on a préparé le métal; il prend souvent feu au contact de l'air et presque toujours lorsqu'on essaye de le détacher à l'aide d'un corps dur.

» Comme le lithium et le calcium, il donne avec AzH^3 liquide un ammonium à reflets mordorés assez soluble dans AzH^3 liquide, mais qui semble peu stable; on peut d'ailleurs obtenir cette solution par l'action de AzH^3 liquide sur les amalgames riches en baryum (75 pour 100 environ).

» Il décompose facilement l'eau, l'alcool absolu et même une solution d'alcoolate de baryte.

» Je compte d'ailleurs revenir bientôt sur les propriétés physiques du baryum, donner les chaleurs de formation de ses composés, et montrer comment on peut obtenir du baryum par la distillation au rouge, dans le vide, de certains de ses alliages faciles à obtenir. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau sel de glucinium volatil.* Note de MM. **G. Urbain** et **H. Lacombe**, présentée par M. Haller.

« L'atomicité discutée du glucinium accroît l'intérêt que peuvent présenter des combinaisons volatiles nouvelles de cet élément.

» Lorsqu'on dissout l'hydrate de glucinium dans l'acide acétique dilué, on obtient, après évaporation au bain-marie, une masse de consistance gommeuse. Cette substance ne présente aucun des caractères d'un composé défini, quoiqu'on y ait admis l'existence d'un sel basique [1].

---

[1] Ordway, Sillim, *Amer. Journ.*, 2e série, t. XXVI, p. 752; 1883.

» Si l'on traite cette masse par l'acide acétique cristallisable à l'ébullition, on obtient une dissolution qui, par refroidissement, laisse déposer d'abord des aiguilles cristallines puis, à température plus basse, des cristaux octaédriques bien nets qui finalement subsistent seuls.

» A froid, ce composé est insoluble dans l'eau qui ne le mouille pas; l'eau bouillante le dissout en le décomposant. Il est très peu soluble dans l'alcool, à peu près insoluble dans l'éther. Il se dissout dans l'acide acétique cristallisable chaud, mais vers 17° il n'en reste guère que 1 pour 100 en dissolution.

» Son dissolvant par excellence est le chloroforme, dans lequel il est extrêmement soluble.

» Il fond en un liquide mobile et incolore à 283°-284°. Il distille sans décomposition, à la pression normale, à 330°-331°, et sa vapeur peut être chauffée à 360° en présence d'air sans subir d'altération. Cette propriété nous a permis de déterminer sa densité de vapeur à la température d'ébullition du mercure, par la méthode de Weyer. Nous avons obtenu ainsi D = 13,9. Ce chiffre correspond à un poids moléculaire de 401.

» Ce poids moléculaire et l'analyse du composé conduisent à la formule

$$[CH^2CO^3]^6\,Gl^4O = 406 \quad \text{en admettant} \quad Gl = 9, \qquad GlO = 25.$$

» Il est impossible de concilier la composition du corps et la densité de sa vapeur en supposant

$$Gl = 13,5, \qquad Gl^2O^3 = 77.$$

» Ce résultat apporte un nouvel argument en faveur de la diatomicité du glucinium.

» Dans nos analyses, le glucinium a été dosé à l'état d'oxyde et à l'état de sulfate, le carbone et l'hydrogène l'ont été par combustion. Enfin nous avons vérifié l'exactitude de nos dosages en pesant l'acide acétique de notre sel à l'état d'acétate de potasse. A cet effet, le composé a été dissous dans l'alcool absolu et traité par une dissolution alcoolique de potasse. Il ne s'est pas formé de précipité, mais l'addition d'une trace d'eau a déterminé la précipitation totale de la glucine. Ce cas d'ionisation méritait d'être cité. Après séparation de la glucine, l'excès de potasse fut précipité par l'acide carbonique.

» Si les propriétés physiques de ce sel sont remarquables, l'une de ses propriétés chimiques ne l'est pas moins, car ce sel basique prend naissance dans une dissolution extrêmement acide. D'ailleurs en dissolvant ce

composé dans l'acide acétique, cristallisable mais non absolu, et saturé d'acide chlorhydrique gazeux, le sel n'a subi aucune altération, bien qu'il ait été chauffé plusieurs heures en tubes scellés à 150°. Il faut donc admettre que, dans ce composé, la fonction basique de la glucine est dissimulée.

» Nous poursuivons nos recherches sur le sujet. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfurique fumant sur les aldéhydes éthylique et propylique et l'acétone.* Note de M. **Marcel Delépine.**

« Dans une Note antérieure, j'ai montré que l'acide sulfurique fumant réagissait sur le trioxyméthylène pour engendrer un composé neutre, le sulfate de méthylène $SO^2\langle{}^{O}_{O}\rangle CH^2$ (1). Il y avait lieu d'examiner si les aldéhydes homologues ne donneraient pas des combinaisons du même ordre.

» Il n'en est rien : les aldéhydes éthylique et propylique, entraînés par un gaz inerte et dirigés en vapeurs dans l'acide sulfurique fumant, à 50 pour 100 d'anhydrique, se sulfonent. L'acétone employée à l'état liquide se sulfone également.

» L'aldéhyde ordinaire conduit à l'acide éthanal-2-2-disulfonique $CH(SO^3H)^2CHO$, identique à celui que Rathke prépara au moyen du chloral et du sulfite de potassium (2), identique aussi à l'acide obtenu par M. Schrœtter au moyen de l'acétylène et de l'acide sulfurique fumant (3). M. Schrœtter a décrit divers sels de cet acide, ainsi que l'hydrazone, l'oxime et l'azine du sel barytique. J'ai préparé les phénylhydrazones des sels potassiques faits à partir de l'acétylène et de l'aldéhyde et constaté qu'ils avaient la même formule

$$CH(SO^3K)^2 - CH(OH) - AzHAzH - C^6H^5 + 2H^2O.$$

En outre, j'ai constaté que l'on pouvait aussi obtenir des dérivés d'amines aromatiques, lesquels répondent aux formules $CH(SO^3K)^2 - CH = AzR + 2H^2O$, où R peut être C^6H^5 (aniline), $C^6H^4 - CH^3$ (*p*-toluidine), $C^{10}H^7$ (naphtylamine).

» A côté de l'acide aldéhydique, on observe la formation d'un peu d'acide *méthane-disulfonique* (méthionique), sans doute par suite du contact prolongé de l'acide sul-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 831; 1899.
(2) *Lieb. Ann.*, t. CLXI, p. 154; 1872.
(3) *Lieb. Ann.*, t. CCCIII, p. 114; 1898.

furique qui dédouble l'acide éthanal-disulfonique en acides méthionique et formique (ce dernier se changeant naturellement en $CO + H^2O$) :

$$CH(SO^3H)^2 - CHO + H^2O = CH^2(SO^3H)^2 + CH^2O^2.$$

» Si, dans cette expérience, on remplace l'acide fumant par l'acide concentré à 66°, l'aldéhyde se change en *aldéhyde crotonique,* sans que l'on observe d'acides sulfonés.

» L'*aldéhyde propylique* conduit à l'acide *propanal*-2-2-*disulfonique*

$$CH^3 - C(SO^3H)^2 - CHO,$$

ainsi qu'au carbure disulfoné $CH^3 - CH(SO^3H)^2$ qui en dérive par une hydratation analogue à la précédente. Après transformation en sels de baryum, on arrive à l'éthane-disulfonate de baryum à peu près pur; sa solubilité correspond à celle du sel barytique de l'acide désigné par M. Guareschi [1] sous le nom d'*acide éthylidène-sulfonique*, ce qui élague pour l'acide la formule symétrique

$$CH^2(SO^3H) - CH^2(SO^3H)$$

qui serait également possible. Quant au dérivé aldéhydique, on ne l'a pur qu'en transformant le mélange de sels barytiques en sels potassiques : il se dépose alors avant le sel de potassium du carbure disulfoné. J'ai constaté que ce sel, traité par un alcali bouillant (eau de baryte), se transforme rapidement et intégralement en formiate et éthylidène-disulfonate de potassium. Par quelques manipulations simples et inutiles à décrire, j'ai isolé l'acide formique (sous forme de sel de Ba) et obtenu l'éthylidène-disulfonate de potassium $CH^3 - CH(SO^3K)^2 + 2H^2O$ parfaitement pur.

» La même réaction hydratante, faite sur les sels de baryum primordiaux, les change d'ailleurs uniquement en formiate et éthylidène-disulfonate, de sorte que, si l'on éloigne l'acide formique, il ne reste plus que de l'éthylidène-disulfonate de baryum.

$$CH^3 - C(SO^3)^2Ba - CHO + Ba^{0,5}(OH) = CH^3 - CH(SO^3)^2Ba + CHO^2Ba^{0,5}.$$

C'est là une réaction analogue à celle que Rathke a signalée pour l'acide éthanal-disulfonique, elle existe pour les dérivés halogénés des aldéhydes et nous allons la retrouver avec l'acétone trisulfoné.

» L'*acétone* ajouté directement, en agitant et refroidissant, à l'acide pyrosulfurique engendre un acide *propanone*-1-3-3-*trisulfonique* $CH^2(SO^3H) - CO - CH(SO^3H)^2$, ainsi que les produits de dédoublement résultant de l'équation

$$CH^2(SO^3H) - CO - CH(SO^3H)^2 + H^2O = CH^2(SO^3H) - CO^2H + CH^2(SO^3H)^2,$$

c'est-à-dire les acides *acétosulfonique* et *méthionique*. Toutefois, comme ce dernier est plus abondant proportionnellement que l'acide acétosulfonique, il y a lieu de penser que la sulfonation peut porter sur l'acide acétosulfonique une fois fait et le changer en acides méthionique et carbonique :

$$CH^2(SO^3H) - CO^2H + SO^3 = CH(SO^3H)^2 - CO^2H = CH^2(SO^3H)^2 + CO^2.$$

---

[1] *Lieb. Ann.*, t. CCXXII, p. 302; 1883.

» J'ai isolé les trois acides à l'état de sels de baryum. Les deux derniers étaient connus, et leur identification par l'analyse a été facile. Quant à l'acétone trisulfonate de baryum, c'est un sel très soluble dans l'eau, d'où il se dépose comme un vernis transparent, et d'où l'alcool le précipite à froid sous forme de masses gélatineuses ou grenues, suivant sa concentration; si, au contraire, on ajoute peu à peu l'alcool à une solution chaude jusqu'à commencement de trouble et qu'on laisse refroidir, le sel se sépare en masses amorphes, parfois translucides comme de l'alumine ou de la silice, lesquelles se contractent considérablement par dessiccation dans le vide. Séché à 105°, il a présenté à l'analyse les nombres correspondant à la formule $C^3H^3O(SO^3)^3Ba^{1,5} + H^2O$. Les sels de plomb, d'argent et de cuivre sont également très solubles.

» La constitution de cet acide a été établie par son dédoublement au moyen de l'eau de baryte bouillante; il en faut un équivalent ($\frac{1}{2}$ molécule), et l'on obtient alors exclusivement, à la place du sel amorphe initial, un mélange de sels bien cristallisés, dont l'analyse globale et l'analyse après séparation méthodique concordent avec l'équation

$$CH^2(SO^3Ba^{0,5}) - CO - CH(SO^3)^2Ba + Ba^{0,5}(OH) = CH^2\langle{}^{SO^3}_{CO^2}\rangle Ba + CH^2(SO^3)^2Ba.$$

» Ces résultats montrent donc que les aldéhydes et l'acétone, si sensibles vis-à-vis de l'acide sulfurique concentré, réagissent d'une façon fort régulière avec l'acide sulfurique fumant. Ces composés fixent un certain nombre de SO^3 pour engendrer des acides à sels stables en milieu acide ou neutre, mais très sensibles aux alcalis qui brisent la chaîne carbonée en deux tronçons. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation électrolytique des composés halogénés des acétones.* Note de M. A. Richard.

« Si l'on fait passer un courant électrique à travers un mélange d'acide chlorhydrique et d'acétone, on obtient, au bout d'un temps plus ou moins long, un liquide lourd, agissant très vivement sur les yeux. Ce liquide est la monochloracétone ($CH^3 - CO - CH^2Cl$).

» Une réaction analogue se produit si le courant électrique traverse un mélange d'acide bromhydrique et d'acétone. Dans ce cas, c'est la monobromacétone ($CH^3 - CO - CH^2Br$) qui prend naissance.

» Ces deux réactions, déjà signalées par quelques chimistes, n'ont pas été l'objet de recherches systématiques. Aussi j'ai pensé qu'il pourrait être intéressant d'entreprendre cette étude; la Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie résume quelques-uns des résultats déjà obtenus.

» I. *Monochloracétone.* — Pour arriver à préparer la monochloracétone

avec le meilleur rendement possible, j'ai été amené à considérer successivement les diverses particularités de l'expérience, savoir : intensité du courant, densité du courant aux électrodes, température, composition de l'électrolyte, action de l'hydrogène naissant sur les produits de la réaction.

» J'ai observé les faits suivants :

» 1° Le rendement, calculé par rapport au chlore mis en liberté par le courant, croît avec l'intensité de ce courant, tant que l'on opère en présence d'un excès d'acétone; mais si l'acétone est en trop faible quantité, il y a d'assez grandes pertes de chlore. J'ai obtenu de bons résultats avec trois volumes a'acétone pour deux volumes d'acide chlorhydrique.

» 2° Si la densité du courant diminue à l'anode, le rendement augmente; on a, par suite, intérêt à prendre une anode à grande surface.

» 3° Le rendement et aussi la pureté du corps obtenu sont profondément modifiés par une trop grande élévation de température. Aussi est-il avantageux de refroidir constamment le vase électrolytique par un courant d'eau froide.

» 4° Enfin, l'hydrogène naissant qui se dégage sur la cathode est à peu près sans action sur le rendement. Je l'ai constaté directement, en faisant deux électrolyses simultanées et telles que, dans l'une, les deux électrodes plongeaient dans le même vase et, dans l'autre, les deux électrodes étaient séparées par un vase poreux.

» Dans les deux cas les rendements étaient à peine différents. Une autre confirmation de cette faible action de l'hydrogène m'a été fournie par l'emploi de la méthode d'Œttel ([1]). Il suffit de recueillir le gaz hydrogène qui se dégage du vase électrolytique et de comparer son volume à celui du mélange tonnant fourni par un voltamètre intercalé dans le circuit. J'ai recueilli presque tout l'hydrogène que la théorie me faisait prévoir.

» II. *Monobromacétone*. — Une étude, en tous points semblable à la précédente, a été faite au sujet de la monobromacétone. Les résultats obtenus sont, dans leurs grandes lignes, identiques aux précédents. Aussi je ne ferai ici que signaler les différences.

» On n'a pas, dans le cas de la monobromacétone, à refroidir le vase électrolytique; il est préférable d'opérer à une température variant entre 35° et 40° C. Une température plus élevée occasionne, en particulier, de grandes pertes en acétone.

([1]) Œttel, *Zeitschrift für Elektrotechnik und Elektrochemie*, p. 354; 1894.

» En outre, l'hydrogène *doit* ici se dégager à part, en dehors du récipient où se forme la monobromacétone. Sinon la méthode d'Œttel révèle des différences considérables entre l'hydrogène recueilli et l'hydrogène théorique. L'hydrogène manquant a partiellement réduit la monobromacétone formée et a, par suite, considérablement abaissé le rendement.

» *Remarque.* — L'étude calorimétrique de ces corps, que je poursuis en ce moment, fera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation, par une réaction nouvelle, de deux xanthydrols en xanthènes.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

« La réaction que nous allons donner a été faite sur le dinaphtoxanthydrol et sur le xanthydrol.

» Le *dinaphtoxanthydrol*

CH — OH

O

est un nouvel alcool que nous avons obtenu en traitant, par la potasse alcoolique, le monobromodinaphtoxanthène $\mathrm{Br - CH}\left\langle\begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle \mathrm{O}$.

» Purifié par cristallisation dans l'éther, le dinaphtoxanthydrol se présente en belles aiguilles, incolores, groupées, fondant à 144°. Lorsqu'on maintient, quelque temps, cet alcool, en fusion ou à l'étuve, on le transforme, comme le xanthydrol, en son éther : l'*oxyde de bisdinaphtoxanthène* $\mathrm{O}\left\langle\begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle \mathrm{CH - O - CH}\left\langle\begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle \mathrm{O}$. Cet éther fond à 250° (en noircissant), l'analyse et la cryoscopie montrent bien qu'il possède la formule

$$\left[\mathrm{O}\left\langle\begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle \mathrm{CH}\right]^2 \mathrm{O}.$$

» Les hydracides fumants transforment le dinaphtoxanthydrol en dérivé halogéné du dinaphtoxanthène

$$\mathrm{CH - OH}\left\langle\begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle \mathrm{O} + \mathrm{XH} = \mathrm{H^2O} + \mathrm{X - CH}\left\langle\begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle \mathrm{O}.$$

Ces dérivés halogénés sont identiques à ceux que j'ai déjà décrits et obtenus par l'action directe des halogènes (Cl, Br) sur le dinaphtoxanthène

$$X^2 + CH^2\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O = XH + X - CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O.$$

Ils possèdent les mêmes propriétés : ils réagissent de la même façon sur l'alcool, ils se conduisent comme des sels d'amine en donnant des sels doubles avec plusieurs réactifs des alcaloïdes (sels de Hg, $PtCl^4$, ...). La solution du xanthydrol dans HCl donne avec $PtCl^4$ la même combinaison $PtCl^4 + 2Cl - CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O$ que le monochlorodinaphtoxanthène.

» Lorsque, dans de l'alcool bouillant, on verse goutte à goutte une solution très concentrée de dinaphtoxanthydrol dans HBr fumant, il se forme de l'éthanal et du dinaphtoxanthène

$$Br - CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O + C^2H^6O = HBr + C^2H^4O + CH^2\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O.$$

» On voit que l'action successive d'un hydracide et de l'alcool nous a permis de passer rapidement du dinaphtoxanthydrol au dinaphtoxanthène.

» Nous avons pu étendre cette réaction au xanthydrol $CHOH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$ de R. Meyer et Saul.

» Une solution bromhydrique très concentrée de xanthydrol est versée goutte à goutte dans l'alcool chaud, il se forme de l'éthanal facile à caractériser et du xanthène $CH^2\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$ qu'on peut obtenir par sublimation, même à 100°, en belles lamelles argentines fondant à + 100°.

» De l'ensemble des résultats obtenus je peux formuler, dès maintenant, les deux lois suivantes que je me réserve de vérifier et d'établir par un grand nombre d'exemples :

» *Première loi.* — Les dérivés monohalogénés de la série du xanthène obtenus soit par l'action des halogènes sur les xanthènes, soit par l'action des hydracides fumants sur les xanthydrols, se comportent comme des sels basiques et donnent des sels doubles avec plusieurs réactifs des alcaloïdes (sels de Hg, de Pt, ...).

» *Deuxième loi.* — Ces mêmes corps réagissent sur l'alcool comme des sels de diazoïque; ils régénèrent le carbure correspondant, transforment l'alcool en aldéhyde et donnent de l'hydracide.

» Je me propose de vérifier si ces lois s'appliquent aussi à la série du pyrane et de transformer en xanthènes, par ma réaction, diverses xanthones naturelles ou artificielles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthérification de l'acide phosphoreux par la glycérine et le glycol.* Note de M. **P. Carré**, présentée par M. Moissan.

« I. *Éthérification par la glycérine.* — Si l'on chauffe en proportions équimoléculaires de la glycérine avec une quantité déterminée d'acide phosphoreux, on éthérifie une certaine proportion de ce dernier, variable avec les conditions de l'expérience.

» Si l'on titre le mélange avec une liqueur alcaline, on retrouve, en virant à l'hélianthine, la totalité de l'acide phosphoreux employé. Si l'on titre à la phtaléine, on ne retrouve qu'une partie de l'acide phosphoreux. Il faut en conclure (puisque l'acide phosphoreux est monobasique à l'hélianthine et bibasique à la phtaléine) que la réaction s'effectue suivant l'équation

$$P(OH)^3 + CH^2OH - CHOH - CH^2OH$$
$$= \begin{matrix} O = \\ H - \end{matrix} P \begin{matrix} - O - CH^2 - CHOH - CH^2OH \\ - OH \end{matrix} + H^2O,$$

et que l'acide glycérophosphoreux formé est monobasique à l'hélianthine et à la phtaléine. Cette propriété nous a permis de suivre la marche de l'éthérification par de simples titrages volumétriques.

Marche d'une éthérification faite à 125° à l'air libre sur des proportions équimoléculaires de glycérine et d'acide phosphoreux anhydres.

Temps de chauffage.	Quantité d'acide éthérifié.
5 heures	26,1 pour 100
10 »	42,6 »
15 »	57 »
20 »	60,5 »
30 »	60,7 »
50 »	53 »
70 »	49,2 »

» On voit que l'éthérification passe par un maximum. Cela provient de ce qu'une certaine quantité de glycérine est évaporée quand on prolonge le chauffage, et, par suite, la limite d'éthérification se trouve abaissée. En

effet, la limite d'éthérification est d'autant plus élevée que la quantité de glycérine en présence est plus grande. Ainsi :

1 molécule d'acide phosphoreux + 2 molécules de glycérine nous ont donné	69,3 pour 100 d'éthérification
1 molécule d'acide phosphoreux + 10 molécules de glycérine nous ont donné	86,7 » »

» Nous avons également étudié l'éthérification dans le vide sous 15^{mm} de pression et à 125°. La limite d'éthérification est la même qu'à l'air libre, mais elle est atteinte beaucoup plus rapidement. Ainsi, pour des proportions équimoléculaires, nous avions :

Après 10 heures	60,2 d'éthérification
Après 30 heures	54,2 »

Dans aucun cas, quels que soient les conditions de température et de pression et l'excès de glycérine en présence, nous n'avons pu faire réagir les deux oxhydriles de l'acide phosphoreux.

» Si l'on fait bouillir le mélange avec de l'eau, on constate que l'acide glycérophosphoreux obtenu est décomposé en régénérant l'acide phosphoreux et la glycérine. Nous avons préparé le sel de baryum pour en faire l'analyse et vérifier qu'il correspond bien aux sels de l'acide obtenu cidessus.

» Le mélange éthérifié étant repris par l'eau est saturé par la baryte jusqu'à alcalinité à la phtaléine. On filtre le phosphite de baryum précipité. On concentre la solution à basse température et l'on précipite par l'alcool. Le produit forme d'abord une émulsion qui, au bout de vingtquatre heures, laisse déposer un corps très sirupeux. On le redissout dans l'eau, et on le précipite de nouveau par l'alcool pour le purifier. Nous n'avons pu le faire cristalliser.

» Séché dans le vide à 100° il présente la composition suivante :

$$\begin{array}{l} O = \;\; - O - CH^2 - CHOH - CH^2OH \\ \quad\;\; P \\ H - \;\; - O \diagdown \\ \qquad\qquad\quad Ba \\ H - \;\; - O \diagup \\ \quad\;\; P \\ O = \;\; - O - CH^2 - CHOH - CH^2OH \end{array}$$

correspondant à la formule $P^2O^{10}H^{18}C^6Ba$ ainsi que le prouve l'analyse [1].

---

(1) Trouvé : P = 13,68, C = 15,96, H = 3,64, Ba = 30,4.
Théorie : 13,8, 16,03, 3,56, 30,5.

» Ce sel est excessivement soluble dans l'eau. Exposé à l'air humide, il absorbe 3 molécules d'eau pour redonner un sel sirupeux analogue à celui précipité de la solution aqueuse par l'alcool. Je n'ai pu jusqu'ici le faire cristalliser. Il réduit les sels d'argent.

» Il est saponifié à froid par les alcalis, lentement par l'eau bouillante, inaltéré par l'eau froide.

» Je l'ai traité en quantité théorique par l'acide sulfurique pour essayer d'isoler l'acide glycérophosphoreux pur. J'ai ainsi réussi à obtenir une solution étendue d'acide glycérophosphoreux pur. Par concentration même à la température ordinaire, dans le vide, elle laisse un mélange d'acide phosphoreux, de glycérine et d'acide glycérophosphoreux correspondant précisément à celui obtenu lors du maximum d'éthérification par des proportions équimoléculaires d'acide phosphoreux et de glycérine, c'est-à-dire renfermant environ 61 pour 100 d'acide éthérifié.

» J'ai aussi préparé le sel de calcium qui présente des propriétés analogues. Ce sel est, par suite, identique à celui que MM. Lumière et Perrin ont obtenu en faisant réagir le trichlorure de phosphore sur la glycérine (*Comptes rendus*, 21 octobre 1901).

» II. *Éthérification de l'acide phosphoreux par le glycol.* — La réaction est comparable à celle de la glycérine, elle fournit l'acide

$$\begin{matrix} O = \\ H - \end{matrix} P \begin{matrix} - O - CH^2 - CH^2OH \\ - OH \end{matrix}$$

également monobasique à l'hélianthine et à la phtaléíne. Nous avons fait le sel de baryum

$$\begin{matrix} O = \\ H - \end{matrix} P \begin{matrix} - O - CH^2 - CH^2OH \\ - O \end{matrix} \Big\rangle Ba \Big\langle \begin{matrix} O - \\ O - \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} H - \\ O - \end{matrix} P \begin{matrix} - O \\ - O - CH^2 - CH^2OH. \end{matrix}$$

Il correspond donc à la formule $P^2O^8H^{12}C^4Ba$ ainsi que l'établit l'analyse [1].

» Il est, ainsi que le glycérophosphite de baryum, très déliquescent et présente des propriétés de tous points analogues. »

---

(1) Trouvé : P = 16, C = 12,34, H = 2,62, Ba = 35,36.
Théorie : 16,02, 12,4, 2,58, 35,4.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude des hydrates de carbone de réserve de la graine d'*Aucuba Japonica *L*. Note de M. **G. Champenois**.

« Au cours de travaux sur la composition des hydrates de carbone de réserve des graines d'Ombellifères, j'ai étudié comparativement ceux de la graine d'*Aucuba Japonica* L. Cette plante appartient, en effet, à la famille des Cornées, très voisine des Ombellifères.

» Voici les résultats les plus intéressants fournis par cette étude.

» Quand on a enlevé l'enveloppe rouge et la pulpe sous-jacente du fruit d'*Aucuba,* il reste une graine de la grosseur d'un pois, dont l'albumen corné représente presque la totalité, et qui renferme deux sortes d'hydrates de carbone de réserve :

» 1° Des hydrates de carbone solubles dans l'eau ou dans l'alcool;

» 2° Des hydrates de carbone insolubles.

» Étude des hydrates de carbone solubles. — On les a extraits par dissolution dans l'alcool à 80° bouillant.

» 20^{gr} de graines d'*Aucuba,* séchées à 35°, ont été épuisés deux heures au bain-marie à reflux, par 200^{cc} d'alcool à 80° bouillant, on a filtré le liquide chaud et obtenu 160^{cc} de liqueur refroidie A.

» Cette liqueur A a servi aux essais suivants :

» I. 50^{cc} évaporés au bain-marie ont été repris par l'eau distillée à un volume de 100^{cc}; ces 100^{cc} représentent sensiblement 5^{gr} de graines, séchées à 35°.

» Cette solution, divisée en deux parts, a été utilisée comme il suit :

» *a.* 15^{cc} de la première part, déféqués par une goutte de sous-acétate de plomb et filtrés, examinés au polarimètre, ont donné une déviation

$$(t = 23°,5;\ l = 2), \qquad \alpha = -54'.$$

» La liqueur réduisait faiblement le réactif cupro-potassique : la réduction correspondant à 0^{gr},04 de glucose pour les 100^{cc} de solution (pour 5^{gr} de graines). 100^{gr} de graines, séchées à 35°, renferment donc 0^{gr},80 de sucres réducteurs.

» *b.* Une hydrolyse par l'acide sulfurique étendu, portant sur la seconde part de 50^{cc}, ayant montré que ce liquide était très riche en hydrates de carbone hydrolysables, il s'agissait de déterminer leur nature.

» On a eu recours, alors, à l'invertine, selon les indications de M. Bourquelot ([1]).

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXIII, p. 690; 28 octobre 1901.

» II. 50^{cc} de liqueur A ont été évaporés et le résidu amené à 100^{cc} par addition d'une macération fraîche de levure de bière dans l'eau thymolée saturée.

» Le liquide a été mis vingt heures à l'étuve à 35°, puis essayé au polarimètre. Comme il se faisait un dédoublement, on a remis à l'étuve, essayé à nouveau, remis encore à l'étuve : au total, soixante-trois heures.

» Les résultats ne variant plus, on a pu considérer l'action hydrolysante de l'invertine comme terminée.

» A ce moment, l'examen polarimétrique du liquide a donné :

$$(t = 20°,5,\ l = 2) \qquad \alpha = -3°56'.$$

» L'analyse à la liqueur cupro-potassique indiquait d'ailleurs la formation d'une grande quantité de sucres réducteurs : plus de 1^{gr},45 pour 100^{cc} de liquide ou 5^{gr} de graines; et comme ceux-ci ne pouvaient provenir que de sucre de canne, nous avons cherché à isoler ce dernier.

» A cet effet, 100^{gr} de graines ont été épuisés en deux heures par 500^{cc} d'alcool à 80° bouillant au bain-marie à reflux, et la liqueur filtrée chaude.

» Cette liqueur a été évaporée, le résidu additionné de noir animal et le tout repris, jusqu'à dissolution, par la plus petite quantité possible d'alcool à 90°, environ 200^{cc}. On a filtré chaud, la cristallisation commençait le lendemain.

» Après quelques jours, nous avons pu détacher les cristaux formés; on les a lavés à l'alcool absolu, à l'éther et séchés.

» 0^{gr},504 de cristaux, dissous dans l'eau distillée à un volume de 25^{cc}, ont donné une déviation ($t = 21°$, $l = 2$)

$$\alpha = +2°40',$$

qui correspond à un pouvoir rotatoire $\alpha_D = +65°,9$.

» La solution ne réduisait pas la liqueur cupro-potassique, le point de fusion corrigé des cristaux était de 180°,6; on avait bien affaire à du saccharose.

» La déviation gauche primitive, non expliquée par la présence d'un peu de sucre interverti, était en contradiction avec la forte proportion de sucre de canne révélée par l'analyse.

» On pouvait penser que la graine renfermait peut-être un glucoside gauche et l'on s'est servi, pour le rechercher, de l'émulsine, en suivant les indications de M. Bourquelot (*loc. cit.*).

» III. On a prélevé 30^{cc} de la liqueur de l'essai II, où l'invertine a terminé son action et on les a additionnés de 0^{gr},20 d'émulsine.

» La solution a été laissée dix-sept heures à l'étuve à 35°; après essai au polarimètre et constatation d'une action hydrolysante, le liquide a été abandonné trois jours à la température du laboratoire, environ 20°.

» L'examen au polarimètre a donné alors ($t = 21°,5$, $l = 2$)

$$\alpha = -1°52'.$$

» Or, avant l'action de l'émulsine, cette déviation était de $-3°56'$; il y a eu *retour*

vers la droite de 2°4', retour dû, probablement, au glucose mis en liberté par l'émulsine.

» Enfin, l'analyse par la liqueur cupro-potassique a révélé une augmentation du sucre réducteur dans la liqueur : la proportion de 1gr,45 environ pour 100cc de solution est montée à 2gr,14, soit près de 0gr,70 d'augmentation.

» *Étude des hydrates de carbone insolubles.* — Le résidu d'épuisement par l'alcool des 20gr d'*Aucuba*, séché à 100°, pesait 9gr,29.

» Ces 9gr,29 de résidu ont été hydrolysés par l'acide sulfurique à 4 pour 100, selon les indications antérieures de MM. Bourquelot et Hérissey.

» Dans le produit obtenu, on a recherché et dosé :

» 1° Le *galactose*, d'après la méthode de Tollens;

» 2° Les *pentoses*, par le procédé de Günther, de Chalmot et Tollens;

» 3° Le *mannose*, en employant la méthode de MM. Bourquelot et Hérissey.

» Dans ces conditions :

» 100gr de graines, épuisées à l'alcool bouillant, ont donné un résidu pesant 46gr,45 qui a fourni à l'hydrolyse :

» 3gr,60 de galactose, 2gr,69 de pentoses et 16gr,43 de mannose. Le résidu, lavé, séché, pesait 13gr. Il a fourni, par le procédé Braconnot-Flechsig, une certaine quantité de mannose.

» La graine d'*Aucuba Japonica* renferme donc une grande proportion de sucre de canne, accompagné d'un glucoside. Outre ces composés solubles, la graine contient, constituant son albumen corné : une galactane, une mannane et une pentane donnant, par hydrolyse, du galactose, du mannose et un pentose qui paraît être de l'arabinose. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur une expérience de M.* Berthelot, *relative à la transformation de la glycérine en sucre par le tissu testiculaire.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« Dans un curieux Mémoire publié en 1857 (1), M. Berthelot a montré qu'une solution aqueuse de glycérine ou de mannite, abandonnée au contact du tissu testiculaire de diverses origines, donnait naissance, d'une façon à peu près régulière, à un sucre analogue au glucose.

» Pour que l'expérience réussisse, il était nécessaire que le tissu demeurât sans se putréfier ; s'il pourrissait, l'expérience était manquée. La formation des moisissures était également nuisible. Enfin, l'expérience exigeait la présence de l'air.

» Si l'on observe après cela que la formule brute des sucres dont le

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. L, p. 369-376.

glucose est le type ne diffère de la formule de la glycérine ou de la mannite que par une certaine quantité d'hydrogène en moins, on sera tout de suite tenté d'admettre que, dans l'expérience de M. Berthelot, la glycérine ou la mannite ont dû être transformées en sucre par suite d'une oxydation (¹).

» Cette hypothèse, jointe au souvenir de découvertes effectuées depuis la publication de M. Berthelot, m'a engagé à étudier quel pouvait être le mode d'action du tissu testiculaire sur la glycérine.

» On sait qu'il existe dans le tissu en question une substance bien définie, la spermine, susceptible, d'après Pœhl, d'agir à la manière d'un ferment oxydant. Des recherches de Jacquet, d'Abelous et Biarnès, de Portier, de Jacoby, etc., prouvent d'autre part que l'existence des oxydases signalées par moi chez les plantes doit être étendue aussi aux animaux. Est-ce à l'existence de la spermine, est-ce à celle d'une oxydase, alors différente des oxydases connues, qu'il faut rapporter la transformation de la glycérine en sucre dans l'expérience de M. Berthelot? Est-ce, au contraire, à l'ingérence d'un microbe, semblable, quant à son action sur la glycérine, à la bactérie du sorbose? Ce sont là des questions auxquelles les recherches exposées dans cette Note permettront facilement de répondre.

» Je me suis servi de chiens, de lapins, de cobayes et de coqs sacrifiés par la section du bulbe ou la chloroformisation au moment de l'expérience. Les testicules étaient extraits de leurs enveloppes avec tous les soins d'asepsie nécessaires, divisés avec des ciseaux stérilisés et introduits aussitôt dans les matras. Ceux-ci, dont il avait été préparé deux séries, suivant le volume présumé des testicules, renfermaient : les uns 50gr, les autres 100gr d'une solution aqueuse de glycérine pure au dixième. Ils étaient remplis à peu près au tiers, bouchés avec de l'ouate et un double capuchon de papier à filtrer et avaient été préalablement chauffés à + 120°.

» Suivant les indications de M. Berthelot, les matras, une fois pourvus de leur testicule, ont été abandonnés à la lumière diffuse, dans un endroit où la température était comprise entre 10° et 20°. De temps en temps, à l'aide d'une pipette stérile, on puisait avec beaucoup de soins un peu de liquide glycériné et l'on examinait son action sur le réactif cupro-potassique. En même temps, quelques gouttes étaient introduites dans un petit matras d'eau de levure glycérinée qu'on maintenait ensuite dans une étuve à + 30°.

» Les résultats de ces expériences, entreprises sur 38 matras, ont été des plus nets : ce n'est ni le tissu testiculaire, ni ses produits solubles, qui

---

(¹) « Le tissu testiculaire ne diminue pas sensiblement de poids pendant l'expérience ; en tous cas, la perte de poids qu'il subit, surtout par dissolution, est très inférieure à la quantité de sucre produite. » (*Loc. cit.*)

transforment la glycérine en sucre réducteur; ce sont des microbes, apportés selon toute vraisemblance par le testicule lui-même.

» Si l'on excepte, en effet, 6 matras, où s'étaient développées des moisissures, on trouve que 25 matras n'ont jamais donné trace de sucre, même après cinq mois d'attente; chez 7, au contraire, le pouvoir réducteur est apparu du premier au troisième mois. Or, parmi les matras qui n'ont pas fourni de sucre, 23 sont restés stériles, tandis que, parmi les autres, 6 sur 7 ont en même temps donné lieu à des cultures microbiennes. Encore peut-on admettre pour le septième (coq), où la quantité de sucre était très minime, que l'examen bactériologique a été fait trop tardivement et que tous les microbes y étaient morts.

» Une excellente preuve, d'ailleurs, que les microbes sont bien les agents de la transformation de la glycérine est la suivante : en introduisant une trace de liquide réducteur dans un matras stérile, on provoque, à coup sûr, après une attente convenable, l'apparition de quantités notables de sucre.

» Bien plus, on peut, uniquement avec du bouillon de levure glycérinée, continuer la culture développée spontanément dans les matras à testicule. Le sucre apparaît d'une manière constante, même après trois ou quatre passages, et quand on ensemence alors une goutte de la dernière culture dans un matras à testicule resté stérile, on y provoque, cette fois encore, l'apparition du sucre réducteur.

» Autant qu'il m'a été possible d'en juger jusqu'ici, plusieurs espèces microbiennes vivent côte à côte dans chaque matras. Celles qui ne font point de sucre retardent plus ou moins l'action de celle qui en produit, de sorte que le sucre apparaît dans les matras, comme l'avait déjà remarqué M. Berthelot, après un temps fort variable.

» Le sucre provenant de la transformation microbienne de la glycérine réduit rapidement le réactif cupro-potassique dès la température ordinaire. J'ai pensé, d'après cela, qu'il devait être, comme celui produit par la bactérie du sorbose, de la dioxyacétone. Pour le vérifier, 100^{gr} de liquide retiré de deux matras (cobaye) furent additionnés, après filtration, de 5^{gr} de phénylhydrazine et de 5^{gr} d'acide acétique. Le précipité jaune, produit lentement à froid, fut recueilli après quarante-huit heures, lavé, séché, et recristallisé dans le benzène. On a obtenu ainsi de belles lamelles brillantes fondant vers $+130°$ et dont $0^{gr},0893$ ont donné :

Azote : 20,70 pour 100, au lieu de 20,82 calculé pour $C^{15}H^{16}N^{4}O$.

» L'instabilité de la dioxyacétone, la facilité avec laquelle ce corps se

condense ou se polymérise sous les moindres influences, expliquent pourquoi les liquides provenant de matras anciens, de ceux en particulier où la production de sucre a été faible, ne réduisent plus le réactif cupropotassique qu'à la température de l'ébullition. On n'obtient la dioxyacétone à peu près pure qu'avec les cultures rapides, où l'oxydation spécifique de la glycérine n'est pas trop entravée par les microbes indifférents.

» On peut se demander maintenant quels sont ces microbes producteurs de dioxyacétone et comment ils sont venus dans la glycérine. Je n'ai pas terminé mes recherches, mais je puis déjà dire que ces microbes ne renferment point de bactérie du sorbose. D'autre part, les soins que j'ai pris pour l'extraction des testicules, l'impossibilité absolue de faire apparaître le pouvoir réducteur dans des matras restés stériles en les débouchant quelques minutes dans l'air du laboratoire, ou en les inoculant avec une goutte d'eau de la canalisation, laissent penser que certains testicules étaient normalement infectés. Mais il faudrait de nouvelles et nombreuses expériences pour acquérir toute certitude à cet égard.

» Je ne retiendrai donc, en dehors des faits signalés dans cette Note, qu'une seule conclusion. C'est que l'action de la bactérie du sorbose sur la glycérine, qui pouvait passer jusqu'ici comme spécifique, est au contraire, ainsi qu'il arrive pour celle de la levure sur le sucre ou du *Mycoderma aceti* sur l'alcool, une action commune à différents organismes. Peut-être même la retrouvera-t-on bientôt chez des êtres supérieurs comme un des premiers stades du processus digestif de la glycérine et des graisses. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Expériences sur l'assimilation chlorophyllienne.* Note de M. **M. Harroy**, présentée par M. Duclaux.

« A la séance du 6 mai dernier, M. Friedel [1], étudiant le mécanisme de l'assimilation chlorophyllienne, a cru pouvoir conclure que, dans les conditions de ses expériences, « ce phénomène s'est accompli sans intervention de la matière vivante, par une diastase qui utilise l'énergie des rayons solaires, la chlorophylle fonctionnant comme sensibilisateur ».

» Je me suis appliqué à reproduire, avec la plus grande exactitude, la méthode sommairement indiquée par M. Friedel et n'ai obtenu, dans les

---

[1] J. Friedel, *L'assimilation chlorophyllienne réalisée en dehors de l'organisme vivant* (*Comptes rendus*, 6 mai 1901).

éprouvettes où était exposé, à la lumière, le mélange de poudre et d'extrait filtré d'épinard, aucun dégagement d'oxygène.

» Toutefois, après absorption des gaz par la potasse, il restait dans les éprouvettes quelques bulles d'azote provenant, à n'en pas douter, de l'air emprisonné dans la poudre mise en expérience.

» Afin de rendre plus précises les conditions de l'expérience, j'ai modifié, comme suit, le mode opératoire de M. Friedel : On s'est servi d'un ballon de 250^{cc} de capacité mis en rapport, par un tube en T, d'une part à un appareil producteur d'acide carbonique pur, d'autre part avec une trompe à mercure de Schlœsing.

» Un système de pinces sur caoutchouc à vide permettait de mettre le ballon en communication avec l'un ou l'autre de ces appareils et, d'autre part, de l'isoler complètement.

» La poudre et l'extrait d'épinard ont été introduits aseptiquement dans le ballon, préalablement stérilisé; puis on a chassé l'air contenu dans le mélange par l'ébullition dans le vide et par plusieurs lavages à l'acide carbonique. La masse ayant été complètement privée d'oxygène, on a laissé, dans l'appareil, une pression normale d'acide carbonique pur.

» Le ballon isolé a été ensuite placé à la lumière. Après vingt-quatre heures d'exposition à la radiation, on a effectué l'extraction et l'analyse du gaz.

» Dans aucun cas (l'expérience a été renouvelée plusieurs fois en juin), on n'a trouvé de traces d'oxygène dégagé.

» Il semble donc qu'il soit prématuré de poser en fait que la synthèse chlorophyllienne puisse s'effectuer en dehors de l'organisme végétal et sans l'intervention de la matière vivante.

» Certes, l'hypothèse d'une substance opérant comme intermédiaire entre la chlorophylle et la radiation solaire est loin d'être inadmissible, *a priori,* mais on n'a pas encore réalisé, jusqu'ici, les conditions requises pour que cette diastase réductrice témoigne, expérimentalement, de sa présence et de ses effets. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la loi de l'action de la sucrase.* Note de M. **Victor Henri**, présentée par M. Duclaux.

« La vitesse d'inversion du saccharose par un acide quelconque est à chaque instant proportionnelle à la quantité de saccharose présente dans la solution; si a représente la quantité de saccharose au début, x la quantité intervertie après un temps égal à t et dx la quantité intervertie pendant

l'intervalle dt, on aura la relation suivante :

$$\frac{dx}{dt} = k(a - x),$$

où k est une constante qui est indépendante de la concentration initiale a. L'intégration donne

$$\text{(I)} \qquad k = \frac{1}{t} \log \frac{a}{a - x}.$$

» En étudiant la loi de l'action de la sucrase sur le saccharose, quelques auteurs (surtout O'Sullivan et Tompson) avaient complètement assimilé cette action à la loi des acides (I). M. Duclaux a montré que cette assimilation était inexacte : tandis que, dans le cas des acides, la valeur de k est indépendante de la concentration initiale en sucre, dans le cas de la sucrase, au contraire, l'expression (I) varie avec la concentration en sucre.

» Ayant repris l'étude de l'action de différents facteurs sur l'inversion du saccharose par la sucrase, j'ai trouvé que non seulement l'expression I varie avec la concentration initiale a, mais que même dans le courant d'une réaction la valeur de k augmente d'une manière continue depuis le début jusqu'à la fin; ainsi, par exemple, k augmente dans différentes expériences de 25 à 35, de 29 à 39, de 65 à 95, de 134 à 193, etc. Le Tableau suivant contient les résultats de deux séries; on voit que dans la première k varie de 29 à 39, et dans la deuxième de 65 à 95.

	Sol. de saccharose 0,5 norm.			Sol. de saccharose 0,2 norm.		
Durée.	Proportion intervertie.	k.	$2k_1$.	Proportion intervertie.	k.	$2k_1$.
100 minutes....	6,5 %	29	57	13,8 %	65	121
215 »	14,1	31	57	30,1	72	125
300 »	19,9	32	58	40,7	76	125
585 »	37,2	34	58	70,0	89	128
1200 »	65,9	39	57	92,7	95	118

» Ce résultat montre que l'inversion du saccharose par la sucrase se produit plus rapidement que ne l'exprime la loi logarithmique (I); on peut donc remplacer, dans l'expression de la vitesse, k par $k_1\left(1 + \varepsilon\frac{x}{a}\right)$; on obtient alors

$$\frac{dx}{dt} = k_1\left(1 + \varepsilon\frac{x}{a}\right)(a - x),$$

par conséquent, en intégrant,

$$k_1(1 + \varepsilon) = \frac{1}{t}\left[\log\frac{a}{a - x} + \log\left(1 + \varepsilon\frac{x}{a}\right)\right].$$

» En calculant pour différentes séries les valeurs du facteur de correction ε, on trouve des nombres très voisins de l'unité; on peut donc poser $\varepsilon = 1$, et l'on obtient alors l'expression suivante :

$$(II) \qquad 2k_1 = \frac{1}{t}\log\frac{a+x}{a-x}.$$

» Cette valeur $2k_1$ reste constante pendant toute la durée d'une inversion; le Tableau précédent contient ces valeurs pour deux expériences. Par conséquent, lorsqu'il s'agira d'étudier l'influence de différentes conditions sur la sucrase, il faudra calculer les valeurs de $2k_1$, et ce sont les variations de ces valeurs qui représentent les influences des facteurs étudiés.

» Afin de pouvoir discuter la forme de la courbe (II), qui représente la vitesse d'inversion du saccharose par la sucrase, il fallait avant tout étudier si l'activité de la diastase n'est pas modifiée pendant la réaction; en d'autres termes, il fallait voir si la diastase reste comparable à elle-même. Deux sortes d'arguments me permettent de répondre affirmativement à ces questions.

» 1° Si l'on fait agir la même quantité d'une solution de sucrase d'une part sur une solution contenant a mol. de saccharose, et d'autre part sur une solution contenant un mélange de $a - b$ mol. saccharose et de b mol. de sucre interverti, la première solution atteindra, au bout d'un temps t, la composition initiale de la deuxième solution; si la diastase possède, dans le premier cas, après le temps t, la même activité que dans le deuxième cas dès le début, on pourra dire que la diastase est restée comparable à elle-même.

» Pour s'assurer que l'activité n'a pas changé, il suffira de comparer les valeurs de $2k_1$ dans les deux séries. Le Tableau suivant contient les résultats de trois expériences dans lesquelles une même quantité de sucrase était mise en présence : 1° d'une solution de saccharose 0,5 norm.; 2° d'une solution de saccharose 0,3 norm. + sucre interverti 0,2 norm.; 3° d'une solution de saccharose 0,2 n. + sucre int. 0,3 norm. On voit que les valeurs de $2k_1$ sont très voisines dans les trois cas.

	Saccharose 0,5 norm.		Saccharose 0,3 norm. + Sucre int. 0,2 n.		Saccharose 0,2 norm. + Sucre int. 0,3 n.	
Durée.	Proportion intervertie.	$2k_1$.	Proportion intervertie.	$2k_1$.	Proportion intervertie.	$2k_1$.
73 minutes......	4,2 %	53	5,4 %	44	5,7 %	44
183 »	11,2	53	13,7	47	15,7	50
395 »	24,0	53	31,1	54	35,5	52
505 »	30,5	54	38,3	54	42,8	57
1130 »	63,0	56	67,8	54	71,9	55
Moyenne....	»	53,8	»	50,6	»	51,6

» 2° Supposons que nous mettions une même quantité d'une solution de sucrase dans quatre flacons identiques, contenant chacun une solution à 0,5 norm. de saccharose. Ajoutons, après 100 minutes, une nouvelle quantité de saccharose dans le flacon II; après 180 minutes, ajoutons la même quantité dans le flacon III, et enfin, après 430 minutes, faisons la même addition au flacon IV. Si, pendant toute la durée de l'inversion, la diastase est restée identique à elle-même, les vitesses d'inversion, c'est-à-dire les valeurs de $2k_1$, seront égales entre elles dans les trois flacons II, III et IV après l'addition du saccharose. Le Tableau suivant montre que, en effet, dans chacun de ces flacons, après l'addition du sucre, $2k_1$ est égal environ à 154.

Durée.	I. Saccharose 0,5 norm. Proportion intervertie.	I. $2k_1$.	II. Saccharose 0,5 norm. Après 100 min., addition de 0,13 norm. saccharose. $2k_1$.	III. Saccharose 0,5 norm. Après 180 min., addition de 0,13 norm. saccharose. $2k_1$.	IV. Saccharose 0,5 norm. Après 430 min., addition de 0,13 norm. saccharose. $2k_1$.
26 minutes..	5,6 %	187	188	178	179
88 » ..	19,9	199	201	193	192
			Addition de saccharose.		
166 » ..	37,3	204	155	194	195
				Addition de saccharose.	
258 » ..	53,9	203	154	152	196
321 » ..	63,7	204	154	156	196
416 » ..	74,9	202	154	155	196
					Addition de saccharose.
493 » ..	81,1	199	154	154	149
560 » ..	85,1	196	153	154	154

» *Conclusions.* — 1° Pendant la durée d'une inversion de saccharose par la sucrase, l'expression $2k_1 = \frac{1}{t}\log\frac{a+x}{a-x}$ reste constante depuis le début jusqu'à la fin de la réaction; la courbe qui représente la vitesse d'inversion est donc, dans ce cas, différente de la logarithmique des acides.

» 2° Pendant toute la durée de l'inversion, la sucrase reste comparable à elle-même; le fait d'avoir agi pendant plusieurs heures et d'être restée pendant ce temps en solution sucrée (à 25°) n'a aucune influence appréciable sur l'activité de ce ferment. »

EMBRYOLOGIE. — *La cellule de Sertoli et la formation des spermatozoïdes chez le Moineau.* Note de M. **Gustave Loisel**, présentée par M. Alfred Giard.

« La première chose que l'on remarque chez le Moineau, dans les tubes séminipares de l'été, ce sont les changements périodiques que présentent les cellules de Sertoli et le parallélisme constant qui existe entre l'ordre de ces changements et les diverses phases de la transformation des spermatides en spermatozoïdes.

» Si l'on considère, par exemple, la cellule de Sertoli qui est en regard d'un groupe de jeunes spermatides à l'état de repos, on remarque que son noyau, encore facilement reconnaissable, n'est entouré que par un mince corps cellulaire, plongé au milieu des autres éléments séminaux. Si l'on passe à un groupe de spermatides commençant son évolution, on voit le corps cellulaire de la cellule de Sertoli augmenter de volume et s'avancer vers le groupe de spermatides correspondant, en écartant les spermatocytes voisins. Enfin, quand l'évolution est plus avancée, la cellule de Sertoli est devenue une longue colonne protoplasmique qui, s'avançant de plus en plus vers la lumière du tube, finit par rejoindre le faisceau de spermatozoïdes en voie de formation.

» Le deuxième fait que l'on observe dans les cellules de Sertoli, c'est une élaboration particulière de leur corps protoplasmique. Sur des pièces fixées par le liquide de Bouin et colorées à l'hématoxyline au fer, cette élaboration se présente sous la forme de grains ou de petits filaments sombres, disposés en séries linéaires suivant le grand axe des cellules. Particulièrement abondantes autour du noyau, ces formations vont en diminuant de quantité au fur et à mesure que l'on s'éloigne, pour cesser tout à fait avant d'arriver au faisceau de spermatozoïdes correspondant. Du côté de la paroi du tube séminipare, ces formations sont moins abondantes.

» Les grains et filaments appartiennent, sans doute, à ce protoplasma particulier qu'on a appelé *ergastoplasma;* ce serait le centre de formation d'une sécrétion liquide qui s'écoulerait le long de la colonne sertolienne pour aller imbiber les spermatozoïdes en voie de formation. Ce qui nous le fait penser, c'est la coloration identique (vert foncé) que prennent les colonnes sertoliennes et les faisceaux de spermatozoïdes, après fixation au liquide de Flemming et coloration au bleu de Unna.

» Quoi qu'il en soit, cette élaboration particulière, d'abord très peu abondante dans la cellule de Sertoli au repos, va en augmentant au fur et à mesure que s'avance la transformation des spermatides en spermatozoïdes.

» Vue dans son ensemble, dans un même groupe de spermatides, cette transformation peut se diviser en deux phases bien distinctes :

» 1° La première phase comprend des phénomènes dont les causes, encore inconnues, résident dans l'intimité même de la spermatide.

» Ce sont d'abord les centrosomes qui abandonnent la sphère ou l'idiosome pour aller se placer à un des pôles du noyau, là où se formera la future queue du spermatozoïde. Puis la sphère s'accole sur le noyau, au pôle opposé, et détermine, par sa présence, ce qui sera plus tard l'extrémité antérieure du spermatozoïde.

» Mais, ce qui est très remarquable, c'est que tous ces petits organismes ne présentent alors aucune direction fixe; les uns ont la sphère tournée en bas, vers la paroi du tube séminipare, d'autres en haut, vers la lumière centrale, d'autres encore à droite ou à gauche.

» En somme, la formation des spermatozoïdes débute d'une façon tout à fait désordonnée et, si elle continuait à se faire de cette façon, elle donnerait naissance à un réseau inextricable de spermatozoïdes. Mais bientôt cette formation va s'ordonner sous l'influence d'une cause nouvelle qui, elle, est extérieure à la spermatide.

» 2° La deuxième phase commence par la perte des limites cellulaires des spermatides; la partie périphérique du protoplasma se vacuolise de plus en plus et subit une fonte complète; la partie périnucléaire, au contraire, persiste autour du petit organisme symétrique qui s'est formé pendant la première phase.

» Alors, on voit ces petits organismes tourner peu à peu leur tête (sphère) dans le même sens. Tous font le même mouvement ou, du moins, tous arrivent à occuper une position identique dans l'épithélium séminifère. Il faut donc qu'une force commune commence à se faire sentir sur ces éléments; de plus, cette force doit être extérieure à eux-mêmes, car elle les ramène tous dans une même direction, alors qu'ils avaient commencé à évoluer chacun dans un sens différent.

» Une force semblable ne peut être ici qu'une action chimique due à une activité cellulaire spéciale. Or, si l'on suit la direction commune vers laquelle regardent les jeunes spermatozoïdes en voie de formation, on tombe toujours sur une cellule de Sertoli, plus particulièrement sur le noyau et l'élaboration particulière qui entoure ce noyau.

» Bientôt le noyau de la spermatide se vide d'une partie de son suc nucléaire, puis s'allonge vers le bas en acquérant de nouvelles propriétés chimiques; la sphère recueille le suc nucléaire, car elle devient une vésicule (*acrosome*) qui grossit de plus en plus en s'enfonçant dans la partie supérieure de la cellule de Sertoli; enfin les centrosomes, s'entourant d'une substance chromatique (probablement les *mitochondries* de Meves), forment un petit corps intermédiaire d'où part la queue du spermatozoïde.

» Si l'on considère, maintenant, non plus un spermatozoïde isolé, mais l'ensemble du groupe de spermatozoïdes qui se forment à côté, on reconnaît encore la même action directrice due à la cellule de Sertoli correspondante. L'ensemble des spermatozoïdes formés constitue un faisceau dont toutes les têtes convergent vers le noyau de la cellule de Sertoli, les queues allant parfois en divergeant comme les branches d'un éventail.

» Dans beaucoup de faisceaux, on peut voir des spermatozoïdes qui se sont enfoncés plus loin que les autres dans la cellule de Sertoli, et qui ont atteint la région de l'ergastoplasma.

» Enfin, la cellule de Sertoli montre elle-même une sorte d'affinité avec le faisceau de spermatozoïdes correspondant. Non seulement son corps cellulaire, en augmentant de volume, se dirige toujours vers ce faisceau, mais encore son noyau montre une tendance manifeste à s'élever vers lui.

» *En résumé*, la cellule de Sertoli est une cellule germinative modifiée dont le rôle est de sécréter périodiquement une substance qui exerce une action chimiotactique positive sur les spermatides en voie de transformation.

» C'est sous l'influence de cette action que les spermatozoïdes acquièrent la forme spéciale adéquate à leur fonction. C'est elle qui détermine la disposition des spermatozoïdes en faisceaux et la direction uniforme de ces faisceaux. »

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations géologiques sur la chaîne de Belledonne.* Note de M. **Pierre Termier**, présentée par M. Michel Lévy.

« La chaîne de Belledonne, *sensu lato*, est la bande de terrains anciens, dirigée nord-nord-est, qui forme, de la vallée de la Bonne (affluent du Drac) à la vallée du Rhône, le bord occidental de la *première zone alpine* de Charles Lory. Une suite de dépressions très marquées, qui correspond à

une zone synclinale, et où affleurent le Trias et le Lias, la sépare, à l'est, des massifs du Pelvoux, des Grandes-Rousses et du mont Blanc. Huit *cañons*, profonds de 1 000^{m} à 2000^{m}, tronçonnent la chaîne, et livrent respectivement passage aux eaux de la Bonne, de la Romanche, de l'Arc, de l'Isère, du Doron, du Bon-Nant, de l'Arve et du Rhône.

» J'ai eu récemment l'occasion d'étudier ([1]) la région méridionale de la chaîne de Belledonne entre le Pas-de-la-Coche et Valbonnais, c'est-à-dire les massifs de Belledonne, de Taillefer, du Larmet, du Tabor. Voici, brièvement résumées, quelques observations nouvelles.

» *Stratigraphie et lithologie.* — Le terrain fondamental de la chaîne est un terrain primaire, antérieur au Houiller, et, le plus souvent, très métamorphique. Le Houiller (Stéphanien) apparaît çà et là, sous forme de lambeaux posés sur les assises cristallophylliennes, parfois en discordance. On voit aussi quelques lambeaux de Trias et de Lias, témoins de l'épais manteau calcaire qui recouvrait autrefois la région.

» Le terrain primaire antérieur au Houiller est le plus souvent formé de micaschistes, de cornéennes, de gneiss et d'amphibolites, avec quelques rares bancs (très minces) de cipolins. Les gneiss sont fréquemment *basiques* (riches en amphibole). Ailleurs, ils sont très *acides* et riches en alcalis, jusqu'à revêtir un facies leptynitique. Les micaschistes et les cornéennes sont des roches surtout quartzeuses. Il y a aussi, formant des sortes d'îlots plus ou moins étendus qui passent latéralement aux autres types, des schistes noirâtres, luisants, fissiles et friables, à clivage plissoté ou ardoisier, ressemblant beaucoup à certains schistes à Graptolites de Bretagne ou des Pyrénées. Ces schistes noirs, où je n'ai pu jusqu'ici trouver aucune trace d'organismes, se rencontrent aussi dans les Grandes-Rousses et dans le Pelvoux. Ils sont très quartzeux, à peine micacés, parfois un peu charbonneux; et ils renferment, avec de très petits cristaux de tourmaline, d'apatite et de zircon, beaucoup d'ilménite et de rutile. Ils enclavent quelquefois des bancs minces d'un poudingue à petits galets de quartzite et de micaschiste.

» Cet ensemble, dont l'origine sédimentaire n'est pas douteuse, contient de nombreux amas de roches massives (*gabbros* et *péridotites*), décrites par MM. Duparc et Delebecque ([2]). Ces roches sont *intrusives* et non pas *volcaniques*. On ne voit pas de filons, mais seulement des amas de toute forme et de toute dimension.

([1]) En partie avec la collaboration de M. Pierre Lory.

([2]) *Comptes rendus*, 19 mars 1894 et 9 mars 1896.

» Il est certain que le métamorphisme des assises est en relation avec ces amas intrusifs. Les gneiss basiques, souvent dioritoïdes, et les amphibolites, forment auréole autour des amas : ils alternent, dans l'auréole même, avec des gneiss acides, des cornéennes et des micaschistes, et *passent* latéralement à des micaschistes ou à des schistes quartzeux noirs. Plus les amas intrusifs sont nombreux et importants, et plus s'accentuent l'aspect métamorphique des assises et leur richesse en feldspath. Tout porte à croire que le terrain fondamental de la chaîne de Belledonne a été *modifié* par l'intrusion de ces gabbros et de ces péridotites, et qu'à cette intrusion sont dus, non seulement les gneiss basiques et les amphibolites, mais aussi les micaschistes, et les gneiss riches en silice et en alcalis. Cette transformation était terminée longtemps avant l'époque stéphanienne. Dans les massifs voisins (Grandes-Rousses et Pelvoux), le métamorphisme et la *gneissification* du terrain fondamental (lequel est évidemment le même que celui de Belledonne) étaient achevés avant la *mise en place* des massifs granitiques : et ce dernier phénomène est, lui aussi, antérieur au Stéphanien.

» *Tectonique*. — La structure de la partie méridionale de la chaîne de Belledonne contraste vivement avec celle des massifs du Pelvoux et des Grandes-Rousses. Ces derniers sont plissés de façon intense et forment une série isoclinale déversée vers l'ouest. La partie méridionale de la chaîne de Belledonne est un vaste anticlinal, une large voûte, dont les flancs, souvent très raides, ne sont nullement déversés ni dans un sens ni dans l'autre. Ce n'est donc point, comme on l'a dit, un massif en éventail. Le sommet de la voûte est un grand plateau (Tabor, Larmet, Taillefer, Chamrousse), découpé par les gorges de la Roisonne et de la Romanche. Au nord de Champrousse, ce plateau s'accidente d'une sorte de cuvette synclinale, où sont conservés de nombreux témoins houillers, tous formés de strates presque horizontales (Tête-des-Lauzières, Grande-Lance-de-Domène, etc.). L'arête des trois pics de Belledonne correspond au bord sud-est de la cuvette. Dans le massif de Taillefer, le plateau est ondulé suivant deux directions sensiblement orthogonales ([1]).

» Même dans la partie centrale de la voûte, où les couches sont, dans l'ensemble, horizontales, il y a des froissements de détail parfois intenses, *qui ne sont visibles que dans les assises schisteuses*. Ces froissements sont antérieurs au Houiller. Ils semblent être en relation avec les phénomènes de

---

([1]) P. Lory, *Bulletin de la Société géologique de France*, 4e série, t. I, p. 182.

gonflement et de striction qui ont accompagné l'intrusion des roches massives. Si l'on fait abstraction de ces accidents, toujours irréguliers, de la structure, on observe que le Houiller est sensiblement concordant sur le terrain fondamental, et qu'ainsi la région en question est restée, *avant comme après l'époque stéphanienne*, relativement tranquille. »

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Méthode graphique permettant d'étudier les circonstances de la marche d'un aérostat dirigeable, par l'examen de la projection de sa trajectoire sur le sol.* Note de M. J. **Armengaud** jeune, présentée par M. A. Cornu.

« Depuis les expériences de M. Santos-Dumont on conçoit aujourd'hui la possibilité de diriger les aérostats construits sur les principes fournis par les tentatives de Giffard, Dupuy de Lôme, Tissandier, et les essais démonstratifs de MM. Renard et Krebs en 1884 et 1885, en munissant l'aérostat d'un moteur léger à mélange tonnant dont le lauréat du prix Deutsch a, pour la première fois, réalisé l'application dans les conditions que l'on connaît.

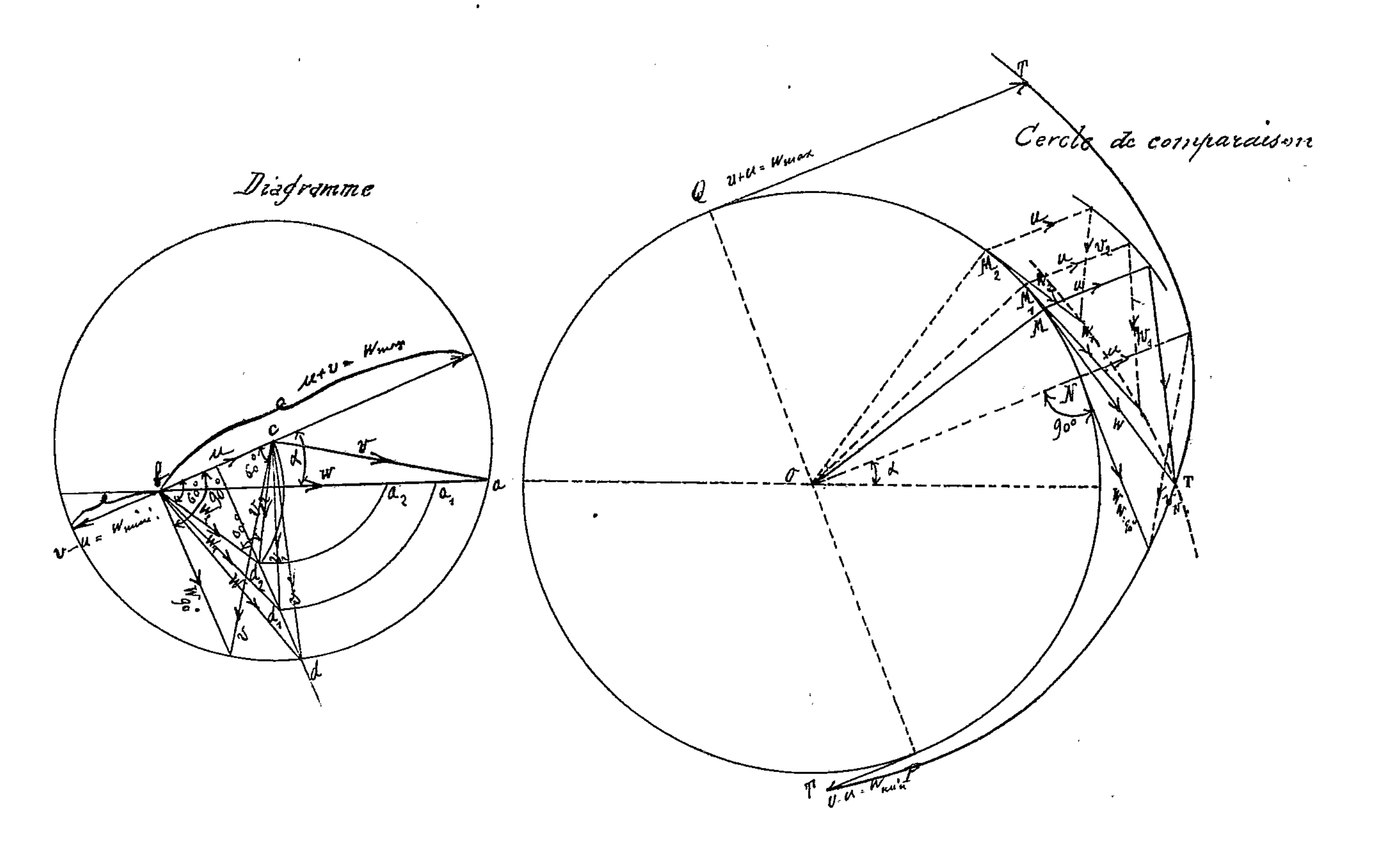
» Ayant assisté à l'épreuve du 19 octobre, j'ai pu, en m'aidant des renseignements puisés près des personnes qui ont suivi la marche du *Santos-Dumont n°* 6 depuis le parc d'aérostation de Saint-Cloud jusqu'à la Tour Eiffel et *vice versa*, tracer une ligne fermée sur elle-même qui représente à une approximation au moins de $\frac{1}{20}$ la projection sur le sol de la trajectoire de l'aérostat. C'est l'examen de cette courbe qui m'a conduit à proposer une méthode graphique pour déterminer les circonstances du mouvement de l'aéronef dans l'espace, surtout pour contrôler les variations de sa vitesse propre ou mieux la composante horizontale de cette vitesse.

» M. le colonel Renard, dans sa Communication du 7 décembre 1885, a donné le diagramme du parcours horizontal sur le sol du ballon dirigeable *La France* dans les ascensions des 22 et 23 septembre 1885, et il a indiqué sur cette courbe le point où la vitesse propre est égale à la vitesse absolue projetée sur le sol.

» J'ai pensé que ce diagramme n'était pas nécessaire et qu'on pouvait obtenir cette indication et d'autres non moins intéressantes avec l'analyse de la trajectoire horizontale, sur laquelle on a pu, par des observations chronométriques, mesurer les vitesses réelles ou absolues en des points suffisamment rapprochés.

» L'inspection du tracé joint à cette Note fait comprendre le principe de la nouvelle méthode.

» Quelles que soient les irrégularités de la trajectoire d'un aérostat sur le sol, on peut substituer à une portion de cette courbe l'arc d'un cercle osculateur, dont le rayon est égal à la moyenne des rayons de courbure



sur la portion considérée. On peut ainsi ramener à l'étude du mouvement d'un mobile sur cette circonférence l'étude du déplacement absolu ou réel de l'aérostat. La vitesse absolue w de l'aérostat est à chaque instant la résultante de la vitesse u du vent (*vitesse de translation*) et de la vitesse propre v de l'aérostat (*vitesse relative*).

» Deux cas sont à considérer :

» 1° Nous supposons constantes la direction et la vitesse du vent. En notant les variations de la résultante, c'est-à-dire de la vitesse réelle lorsque le mobile, projection du ballon au zénith en chaque point, se déplace sur cette circonférence, on peut suivre par cela même les varia-

tions de la vitesse propre de l'aérostat dans la partie de sa trajectoire qui se rapproche le plus de ladite circonférence, prise comme courbe de comparaison.

» Si l'on veut chercher le point particulier où la vitesse propre, supposée connue, de l'aérostat est égale à la vitesse réelle sur le sol, il suffit de construire le triangle isoscèle bcd ayant pour base $bc = u$ et pour côtés égaux bd ou cd égal à v, et de mener à la circonférence une tangente parallèle égale à bd; le point obtenu sera celui où la vitesse propre du ballon aura été égale à la vitesse absolue.

» Cela posé, si l'on cherche quelle a été la vitesse propre de l'aérostat, devenue l'inconnue, à l'instant où elle a été égale à la vitesse réelle, on la trouve en menant une tangente à la trajectoire (voir la figure) par le point qui est à l'intersection du lieu des points T avec le lieu des sommets des triangles isoscèles construits sur la droite de la vitesse du vent v, comme base, et en prenant pour l'un des côtés égaux la tangente menée au cercle osculateur au point considéré.

» Des tangentes parallèles à la droite bd ou MT, menées à la trajectoire, détermineront les points où l'égalité a eu lieu entre la vitesse réelle sur le sol et la vitesse propre, ce qui permettra de contrôler cette dernière ou de la déterminer.

» En appliquant cette méthode à la dernière expérience de M. Santos-Dumont, on constate que c'est en deux points dans la partie du parcours où s'est effectué le virage autour de la Tour Eiffel, que la vitesse propre a été égale à la vitesse réelle, laquelle a varié, d'après les observations et les mesures faites, entre $8^m,50$ et 9^m. C'est donc cette valeur de $8^m,50$ à 9^m qu'a atteinte la vitesse propre de l'aérostat de M. Santos-Dumont.

» 2° Au lieu d'un vent constant en grandeur et en direction pendant toute la durée du parcours, on peut supposer soit que la direction du vent a changé pendant qu'il conservait la même vitesse, soit qu'il a conservé la même direction avec des vitesses différentes. Pour ces deux cas on peut construire autant de circonférences de comparaison sur lesquelles on marquera les points singuliers, c'est-à-dire ceux où la vitesse propre est égale à la vitesse réelle, ou ceux où cette dernière vitesse est maxima ou minima.

» Se reportant alors à la trajectoire de l'aérostat sur le sol, on pourra, par des constructions de tangentes successives, se rendre compte des variations qu'aura subies la vitesse propre du ballon.

» Réciproquement, ces tracés graphiques pourront être employés uti-

lement pour étudier les variations des courants aériens dans les régions traversées par un aérostat dirigeable, en admettant que le moteur, bien réglé, lui imprime en air calme une vitesse propre uniforme. »

PHYSIOLOGIE. — *L'augmentation des globules rouges du sang dans l'ascension en ballon.* Note de M. J. GAULE. (Extrait.)

« Le 10 août de cette année, je me suis élevé en ballon, à 5300^{m} de hauteur, en compagnie de ma femme et du capitaine Spelterini, aéronaute. En comptant les globules du sang entre 4200 et 4700^{m}, j'ai trouvé : chez M. Spelterini, 7040000; chez ma femme, 7480000; chez moi, 8800000 par centimètre cube.

» La même détermination ayant été faite avant le départ et répétée après la descente, j'en ai conclu qu'une très grande augmentation s'était produite à cette hauteur; le résultat confirmait ce que Viault avait trouvé par ses déterminations effectuées dans les Cordillères (il avait trouvé 8000000 à une hauteur de 4000^{m}) et ce que de nombreux observateurs ont constaté dans les Alpes.

» Mais la rapidité avec laquelle se produit cette augmentation était contraire aux opinions généralement accréditées; plusieurs de mes confrères étaient conduits à penser qu'il y avait là une modification dans le mélange de globules et de plasma, plutôt qu'une formation de globules. J'avais cependant constaté que l'hémoglobine diminuait, pendant que le nombre de globules augmentait : je faisais observer que les deux chiffres devraient varier dans le même sens, si les globules n'éprouvaient pas de changements avec l'altitude.....

» Une seconde occasion se présenta à moi pour effectuer une autre ascension. Le 14 octobre, nous arrivâmes seulement à la hauteur de 4200^{m}, et je comptai : chez le capitaine Spelterini, 7040000; chez moi, 8160000 globules au centimètre cube. Pour étudier la formation des globules, si elle avait lieu, je me procurai, à cette hauteur, des préparations de mon sang d'après la méthode d'Ehrlich. L'étude de ces préparations, que j'ai colorées avec l'éosine et l'hématoxyline, m'a montré de très nombreux globules rouges contenant un noyau teint en bleu par l'hématoxyline. Ce noyau était souvent en état de segmentation : on trouvait des groupes de trois ou quatre corpuscules, comme s'il y avait eu subdivision.

» Cette observation me paraît décider la question : elle montre qu'il y a vraiment formation de globules quand on arrive à de grandes hauteurs et que ce phénomène se produit avec une très grande rapidité [1]. »

MÉDECINE. — *Traitement scientifique de la surdité*. Note de M. **Marage**, présentée par M. Marey.

« Les prescriptions à suivre dans ce traitement sont les suivantes :

» 1° Mesurer exactement l'acuité auditive, en faisant entendre, à une distance constante, les sons d'une sirène reproduisant les vibrations fondamentales des voyelles. L'intensité du son étant proportionnelle à la pression de l'air, l'acuité auditive est $\frac{1}{n}$ lorsque la pression de l'air doit être n millimètres pour que le son soit entendu; l'acuité normale $\frac{1}{1}$ est celle d'une oreille qui entend le son sous la pression de 1^{mm}.

» 2° Faire entendre à l'oreille les vibrations de la même sirène, par l'intermédiaire d'un tube muni d'une membrane qui transmet toutes les vibrations sans introduire ni supprimer aucun harmonique; on a alors un massage fait avec les vibrations que l'oreille est destinée normalement à recevoir.

» *Résumé des observations.* — Les observations sont divisées en trois catégories : Dans la première se trouvent les malades qui sont devenus sourds à la suite d'otites catarrhales ou d'otorrhées, avec brides fibreuses et tympan épaissi, perforé ou non. Cette catégorie comprend douze observations; tous les malades, sauf deux, ont déjà été soignés sans résultat par d'autres spécialistes (1 à 12).

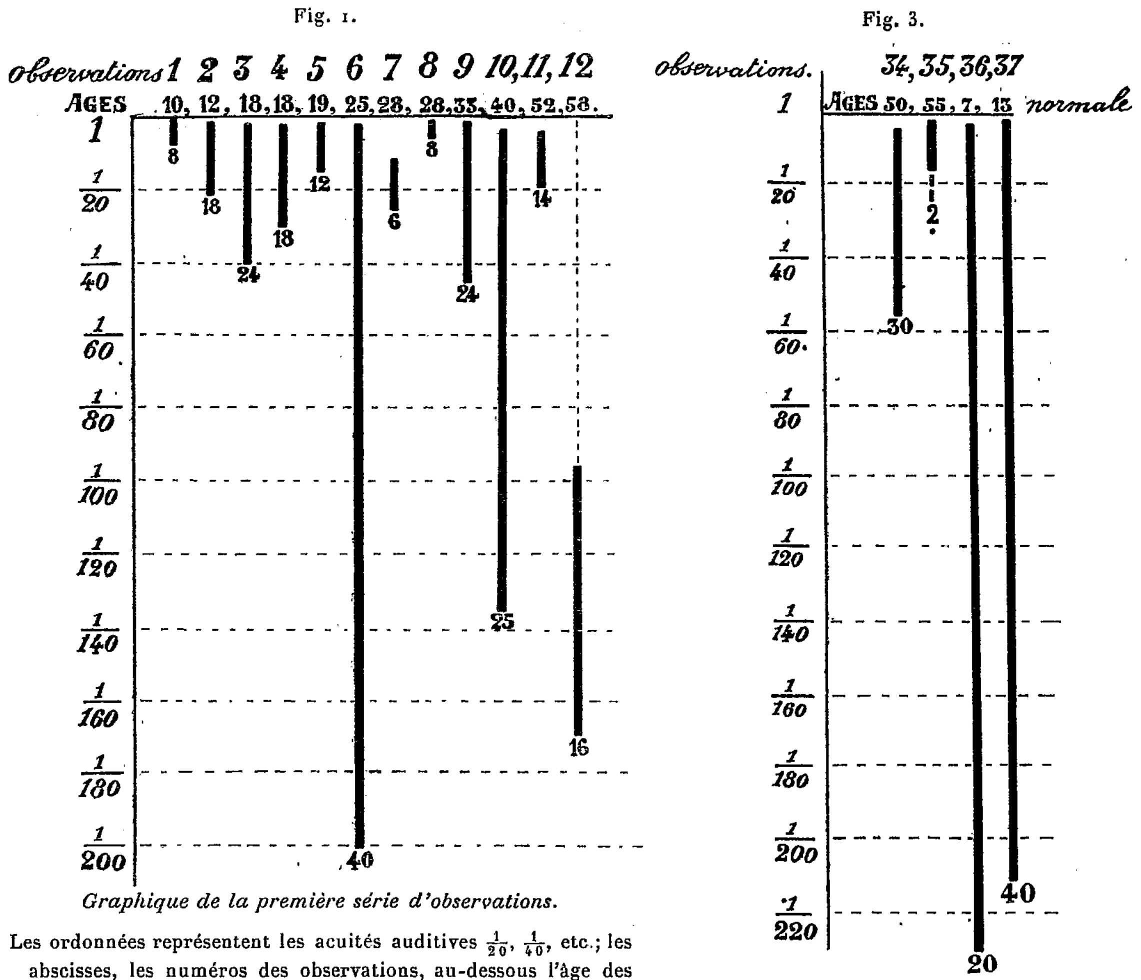
» Dans la seconde classe sont rangés les malades atteints d'otite scléreuse; la plupart (dix-huit sur vingt et un) ont déjà subi des traitements nombreux, médicaux ou chirurgicaux; ces vingt-huit observations présentent donc un réel intérêt, puisque le diagnostic a été fait d'avance par d'autres médecins, et qu'il est facile de comparer les résultats donnés par les divers procédés (13 à 33).

» La troisième catégorie (quatre observations) comprend les malades chez lesquels l'oreille moyenne n'est pas seule atteinte : surdité nerveuse (34), vertige de Ménière (35), surdi-mutité (36 et 37).

---

[1] Je dois ajouter que des préparations de sang, prises avant le départ et après la descente, traitées et colorées absolument de la même manière, n'ont pas donné trace de fragmentation ou de division.

» *Remarque.* — Dans aucun cas, la surdité n'est due actuellement à une affection quelconque des trompes d'Eustache.



Graphique de la première série d'observations.

Les ordonnées représentent les acuités auditives $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{40}$, etc.; les abscisses, les numéros des observations, au-dessous l'âge des malades; au bas de la ligne pleine, le chiffre indique le nombre des séances : par exemple, le malade 6 avait au début une acuité auditive de $\frac{1}{200}$, et à la fin du traitement $\frac{1}{2}$; son âge était vingt-cinq ans, et il y a eu 40 séances.

Graphique de la troisième série d'observations.

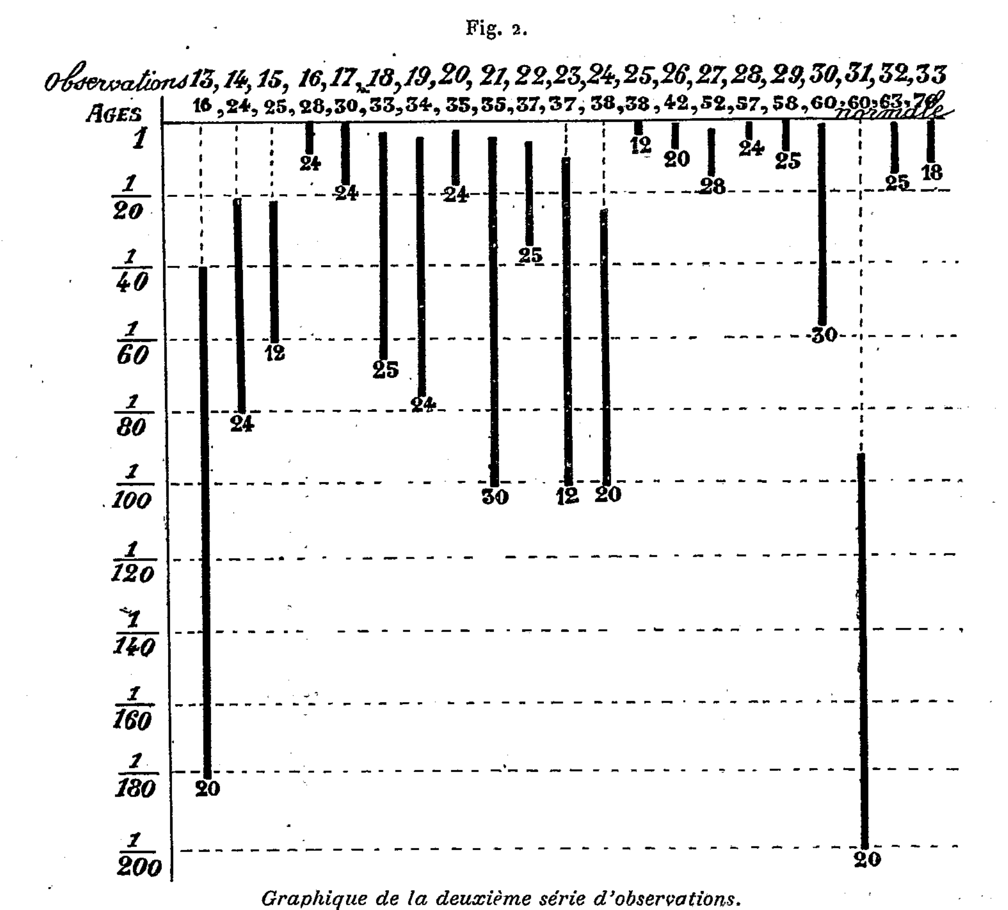
Mêmes notations que pour les graphiques 1 et 2.

» En aucun cas ce massage n'augmente la surdité ou ne donne naissance à des bourdonnements; *il n'est jamais douloureux.*

» Les variations de l'acuité auditive sont exactement mesurées à l'acoumètre; ces variations sont parallèles à celles que le malade observe lui-même dans la conversation.

» Si les bourdonnements sont dus à une lésion de l'oreille moyenne, ils diminuent dès les premières séances et souvent ils finissent par dispa-

Fig. 2.



Graphique de la deuxième série d'observations.

Les notations sont les mêmes que pour le graphique 1.

raître complètement. Chez certains malades, alors même que la surdité est très prononcée, l'acuité auditive peut être ramenée à la normale.

» D'après des observations suivies depuis quatre ans, il semble que l'otite scléreuse en voie d'évolution puisse être entravée dans sa marche. »

M. Ed. Gudin adresse une Note relative à l'Aviation.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 novembre 1901.

Notice sur les travaux scientifiques du Dr Yves Delage. Paris, imp. Firmin-Didot et Cie, s. d.; 1 fasc. in-4°.

Notice sur les titres et travaux scientifiques de M. le Dr Raphaël Blanchard, avec 50 figures dans le texte et supplément avec 54 figures. Lille, imp. Le Bigot frères, 1890 et 1893; 2 fasc. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. L.-Félix Henneguy. Paris, C. Naud, 1901; 1 fasc. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. Frédéric Houssay. Paris, imp. Lahure, 1901; 1 fasc. in-4°.

Instruments et méthodes de mesures électriques industrielles, par H. Armagnat; 2e édit. revue et complétée. Paris, C. Naud, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Éléments de Physiologie, par F. Laulanié, 3e fasc. avec 105 fig. dans le texte : *Du mouvement. Fonctions du système nerveux.* Paris, Asselin et Houzeau, 1901; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Chauveau.)

Traitement scientifique de la surdité, par le Dr Marage, Lauréat de l'Institut. Paris, chez l'Auteur, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Doses maxima des alcools, essences et liqueurs, par G. Baudran. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille, t. XI, fasc. I-IX. Paris, G. Masson, 1901; 9 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts de la Marne, 2e série, t. III, 1899-1900. Châlons-sur-Marne, imp. O'Toole, 1901; 1 vol. in-8°.

Notice préliminaire sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique en Portugal, par P. Choffat. (Extr. du *Bull. de la Soc. belge de Géologie, Paléontologie et Hydrologie.*) Bruxelles, 1901.

Um caso celeste, notas e impressões, obtidas em Vizeu, do eclypse total do Sol de 28 *de maio* 1900, A. Campos. Vizeu, 1901; 1 fasc. in-8°.

Proceedings and Transactions of the Royal Society of Canada, ser. II, vol. VI, *Meeting of may,* 1900. Ottawa, Toronto, Londres; 1 vol. in-8°.

R. Universita Romana. Scuola d'applicazione per gl'ingegneri. Annuario per l'anno scolastico 1901-1902. Rome, 1901; 1 vol. in-16.

Annuario publicado pelo observatorio do Rio de Janeiro para o anno de 1901, anno XVII. Rio de Janeiro, 1901; 1 vol. in-12.

Cuadro sinoptico y estadistico de la Republica Mexicana, formado por la Direccion general de Estadistica a cargo del Dr ANTONIO PENAFIEL, *ano de* 1900. Mexico, 1901; 1 fasc. in-8°.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an den Landesstationen in Bosnien-Hercegovina im Jahre 1898. Vienne, 1901; 1 fasc. in-4°.

Rapporto annuale dello I.-R. Osservatorio astronomico-meteorologico di Trieste per l'anno 1898, XVe volume. Trieste, 1901; 1 fasc. in-4°.

Upsala Läkareförenings Förhandlingar, ny följd. B. VII; 1901-1902, häft 1. Upsal, 1 fasc. in-8°.

Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales, vol. XXXIV, 1900. Sydney, 1900; 1 vol. in-8°.

Wisconsin geological and natural history Survey, Bul. n° VII (part I.). Madison, Wisc., 1901; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 18 novembre 1901.)

Note de M. *Compan*, Lois du rayonnement aux basses températures :

Page 814, ligne 12, *au lieu de* $m = \frac{\varphi}{a^\theta(a^p - 1)}$, *lisez* $m = \frac{\varphi}{a^\theta(a^t - 1)}$.

Même page, ligne 14, *au lieu de* $m = \frac{\varphi}{T^4 \theta^4}$, *lisez* $m = \frac{\varphi}{T^4 - \theta^4}$.

Même page, ligne 15, *au lieu de* $m = \frac{\varphi}{T_n^T \theta_n^\theta}$, *lisez* $m = \frac{\varphi}{T_n^T - \theta_n^\theta}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 DÉCEMBRE 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *Yves Delage*, pour remplir la place devenue vacante, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, par suite du décès de M. de Lacaze-Duthiers.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Yves Delage** prend place parmi ses Confrères.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités essentielles des équations différentielles*. Note de M. **Paul Painlevé.**

« Considérons un système d'équations différentielles algébriques *réelles* (d'ordre n), système qu'il est toujours possible de mettre sous la forme

$$(1) \qquad \frac{dx_i}{dx} = R_i(x, x_1, x_{n+1}) \equiv \frac{P_i(x, x_1, \ldots, x_{n+1})}{P_0(x, x_1, \ldots, x_{n+1})} \qquad [i = 1, 2, \ldots, (n+1)]$$

avec

$$(2) \qquad S(x, x_1, \ldots, x_{n+1}) = 0;$$

les $P_0, \ldots, P_{n+1}$ désignent des polynomes en $x, x_1, \ldots, x_{n+1}$, à coefficients réels, et l'équation $S = 0$ définit (dans l'espace $x, x_1, \ldots, x_{n+1}$) une surface algébrique réelle à $(n+1)$ dimensions ([1]). Nous donnerons à cette surface le nom de *surface* S, et nous regarderons tout système de valeurs réelles $(x, x_1, \ldots, x_{n+1})$, vérifiant $S = 0$, comme les coordonnées rectangulaires d'un point réel M de S. Il est loisible d'admettre que, pour une valeur *finie* quelconque de x, tous les points de S sont à distance *finie* ([2]).

» Nous désignerons par *point singulier* $(x, x_1, \ldots, x_{n+1})$ du système (1) tout point réel M de S où les polynomes $P_0, P_1, \ldots, P_{n+1}$ sont tous nuls.

» Ceci posé, soit $(x_0, x_1^0, \ldots, x_{n+1}^0)$ ou M_0 un point réel de S. Si, en M_0, P_0 n'est pas nul, il ne passe par le point M_0 qu'une seule courbe intégrale, et la solution correspondante de (1), soit $x_1 = \varphi_1(x), \ldots, x_{n+1} = \varphi_{n+1}(x)$, est holomorphe pour $x = x_0$.

» Si, au point M_0, P_0 est nul, sans que tous les P_i le soient, la courbe intégrale passant par M_0 est encore unique, régulière, mais sa tangente en M_0 est perpendiculaire à l'axe Ox.

» Enfin si, au point M_0, les $P_0, P_1, \ldots, P_{n+1}$ sont tous nuls [*point singu-*

([1]) Une des équations (1) est conséquence des autres et de la relation $S = 0$.

([2]) S'il en est autrement, soit $[x, x_1 = \xi_1(x), \ldots, x_{n+1} = \xi_{n+1}(x)]$, un point de l'espace $(x, x_1, \ldots, x_{n+1})$ non situé sur S; il suffit d'effectuer sur les variables $x_1, \ldots, x_{n+1}$ la transformation par inversion

$$X_i = \frac{x_i - \xi_i(x)}{(x_1 - \xi_1)^2 + \ldots (x_{n+1} - \xi_{n+1})^2} \qquad [i = 1, 2, \ldots, (n+1)].$$

lier de (1)], les courbes intégrales passant par M_0 peuvent être en nombre fini ou infini, peuvent admettre M_0 comme point transcendant, etc. L'étude d'une telle singularité a été faite par M. Poincaré dans le cas le plus simple, qu'on peut appeler le plus général, et étendu à des cas plus compliqués par d'autres géomètres, MM. Picard, Bendixson, Horn, Dulac et d'autres. Pour les équations *réelles* du premier ordre, la discussion est presque entièrement élucidée, grâce aux travaux de M. Bendixson (équations résolues en y') et de M. Dulac (équations de degré quelconque en y').

» Ces préliminaires établis, proposons-nous d'étudier (*dans tout le champ réel*) la solution $x_1(x), \ldots, x_{n+1}(x)$ de (1), définie par les conditions initiales régulières $(x^0, x_1^0, \ldots, x_{n+1}^0)$. Les fonctions $x_1 = \varphi_1(x), \ldots, x_{n+1} = \varphi_{n+1}(x)$ restent régulières tant que x, croissant à partir de x_0, ne dépasse pas une certaine valeur $x = a$. Quand x tend vers a, trois circonstances peuvent se présenter :

» *Premier cas.* — Quand x tend vers a, les fonctions $x_1, \ldots, x_{n+1}$ tendent vers des valeurs $a_1, \ldots, a_n$, telles que $P_0(a, a_1, \ldots, a_{n+1})$ soit nul, sans que tous les Pi le soient. Il n'y a dans ce cas aucune difficulté à poursuivre l'étude de la courbe intégrale au delà (¹) du point régulier $(a, a_1, \ldots, a_{n+1})$; la valeur $x = a$ est une singularité algébrique de la solution considérée.

» *Deuxième cas.* — Quand x tend vers a, les fonctions $x_1, \ldots, x_{n+1}$ tendent vers des valeurs $a_1, \ldots, a_n$, telles que le point $(a, a_1, \ldots, a_{n+1})$ soit un point *singulier* de (1) (tous les P_i sont nuls en ce point).

» La valeur $x = a$ peut être une singularité *transcendante* (mais non essentielle) des fonctions réelles $x_1(x), \ldots, x_{n+1}(x)$.

» *Troisième cas.* — Quand x tend vers a, les fonctions $x_1, \ldots, x_{n+1}$ ne tendent pas vers des valeurs déterminées. La valeur $x = a$ est alors une singularité *essentielle* des fonctions $x_1(x), \ldots, x_{n+1}(x)$.

» L'existence de singularités essentielles, variables avec la solution considérée, et que rien par suite ne met en évidence sur le système (1), apparaît comme une difficulté presque insurmontable. Il est donc important de démontrer que, *moyennant une transformation algébrique, on peut toujours ramener le système réel* (1) *à un autre système réel qui ne présente*

(¹) Il peut arriver que x rétrograde à partir du point $\overline{a}$ $\left[\text{Ex.}: x_1 = (x-a)^{\frac{1}{2}}\right]$, ou au contraire continue à croître $\left[\text{Ex.}: x_1 = (x-a)^{\frac{1}{3}}\right]$.

plus de singularités essentielles mobiles, et cela sans changer la variable indépendante.

» Tout d'abord, dans les problèmes où la variable *indépendante* n'est pas indiquée, mais où l'on étudie la forme des *courbes* intégrales dans l'espace $(x, x_1, \ldots, x_{n+1})$, il suffit d'effectuer dans cet espace un changement d'axes quelconque, pour que les solutions $x_1(x), \ldots, x_{n+1}(x)$ ne présentent plus de singularités essentielles, *ni fixes ni mobiles* (et cela aussi bien dans le champ complexe que dans le champ réel).

» Mais dans les problèmes où la variable indépendante est donnée (comme le temps en Mécanique), on ne peut plus faire usage d'un tel changement de variables. J'ai établi alors le théorème suivant :

» Théorème. — *Si l'on effectue dans le système* (1) *la transformation*

$$(2) \qquad \frac{X_1}{x_1} = \frac{X_2}{x_2} = \ldots = \frac{X_{n+1}}{x_{n+1}} = P_0(x, x_1, \ldots, x_{n+1}),$$

les nouvelles fonctions réelles $X_1(x), \ldots, X_{n+1}(x)$ (*qui vérifient un nouveau système différentiel algébrique réel*) *ne sauraient admettre comme singularités essentielles que les valeurs fixes* $x = \bar{a}$ *qui sont pôles* (*du premier ordre au moins*) *des nouveaux coefficients différentiels, quels que soient* $X_1, \ldots, X_n$. *Ces valeurs* $\bar{a}$ *sont en nombre fini.*

» *Extension au champ complexe.* — Considérons maintenant les valeurs imaginaires des fonctions et de la variable : soient

$$x = \xi + i\eta, \qquad x_1 = \xi_1 + i\eta_1, \qquad \ldots.$$

En séparant les quantités complexes en quantités réelles et quantités purement imaginaires, on peut remplacer le système (1) par un système *réel* (soit le système Σ) d'équations aux dérivées partielles algébriques, à deux variables indépendantes, d'ordre différentiel égal à $2n$. Une transformation analogue (2) fait disparaître les singularités essentielles mobiles de ce système, et, si on laisse de côté un nombre *fini* de valeurs fixes $x = a$, on est ramené à étudier, dans le voisinage de toute valeur $x = b = \beta + i\gamma$ de x, les solutions $\xi_1(\xi, \eta), \ldots, \eta_{n+1}(\xi, \eta)$ d'un système différentiel réel *qui prennent pour* $\xi = \beta$, $\eta = \gamma$, *des valeurs déterminées*. En particulier, si l'on fait tendre x vers b sur un chemin algébrique, le système Σ devient un système d'équations différentielles *ordinaires* tel que (1), mais d'ordre $2n$.

» L'étude des *singularités essentielles mobiles* (dans le champ *complexe*) d'un système différentiel (1) est aussi ramenée à l'étude des singularités

transcendantes ordinaires dans le champ réel (mais pour un système différentiel d'ordre double).

» En particulier, posons-nous le problème suivant :

» *Étant donné un système* (1), *reconnaître dans le champ complexe si toutes les singularités* (*non polaires*) *de son intégrale générale sont fixes.*

» Ce problème sera entièrement résolu quand, pour un système différentiel algébrique et réel (quelconque), *on saura discuter les courbes intégrales réelles* QUI PASSENT PAR UN POINT DONNÉ, et reconnaître notamment qu'aucune de ces courbes n'admet le point comme point transcendant. Ce dernier problème, comme je l'ai dit, n'est encore résolu que pour les équations réelles du premier ordre. »

M. **Hatt** fait connaître à l'Académie que le Service hydrographique de la Marine a reçu tout récemment un appareil à prédire les marées, construit sous la direction de son illustre Associé lord Kelvin. L'appareil, fondé sur l'Analyse harmonique, possède seize ondes au moyen desquelles sont exprimées les principales fluctuations astronomiques du phénomène, ainsi que les perturbations locales les plus fréquentes.

M. **Duclaux** présente à l'Académie un Ouvrage intitulé : *Hygiène sociale*, dans lequel il a essayé de montrer les conséquences qui résultent, au point de vue social, de l'introduction des idées de Pasteur en Pathologie. Le malade reste toujours celui qu'il faut soigner : il devient, devant la doctrine pastorienne, celui contre lequel il faut se protéger. L'auteur essaie de faire voir où conduit l'application de ce principe pour quelques maladies : la variole, la fièvre typhoïde, l'alcoolisme, la tuberculose et la syphilis.

CORRESPONDANCE.

M. **Gouy**, nommé Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

MM. **J. Dybowski** et **Ed. Landrin** demandent l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par eux le 11 février 1901, et relatif à leurs recherches sur l'Iboga et sur l'alcaloïde qu'il renferme.

Le but des auteurs est d'affirmer leur antériorité sur cette question, dont ils se sont occupés depuis plusieurs années.

Ce pli est ouvert, en séance, par M. le Président.

ASTRONOMIE. — *Observations des Léonides, faites à Athènes.* Note de M. **D. Éginitis**, présentée par M. M. Lœwy.

« L'essaim des Léonides a été observé, cette année, à l'observatoire d'Athènes, par un temps assez beau, pendant les soirées du 14 au 16 novembre.

» Le 14 novembre on a vu 18 météores, dont les radiants sont :

$$\alpha = 151^\circ, \qquad \delta = +20^\circ,$$
$$\alpha = 152^\circ, \qquad \delta = +28^\circ.$$

» Le 15 novembre on a observé, de $11^h 45^m$ jusqu'à $17^h 41^m$, 104 étoiles filantes; les radiants de ces météores sont :

$$\alpha = 152^\circ, \qquad \delta = +23^\circ,$$
$$\alpha = 153^\circ, \qquad \delta = +27^\circ.$$

» Le 16 novembre on a vu 15 météores, dont les centres d'émanation ont été :

$$\alpha = 155^\circ, \qquad \delta = +23^\circ,$$
$$\delta = 153^\circ, \qquad \delta = +28^\circ.$$

» Les météores étaient, en général, rouges et brillants.

» Nos observations des Léonides, pendant les trois dernières années, montrent clairement que cet essaim possède *deux radiants,* séparés de quelques degrés. Le premier de ces radiants, qui est le principal, a présenté, pendant les deux dernières années, un *déplacement* assez sensible en ascension droite.

» Ces observations ont été faites avec l'aide de MM. Terzakis, Maris et Nicolaou. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la déformation des surfaces et, en particulier, des quadriques.* Note de M. L. RAFFY.

« Dans un travail inséré en 1894 au *Bulletin de la Société mathématique de France*, j'ai fait ressortir l'intérêt qu'il y a, pour étudier la déformation des surfaces, à se servir des *équations aux asymptotiques*, données par M. Darboux (*Théorie des surfaces*, t. III, p. 290). Ces équations, qui définissent les coordonnées curvilignes (u, v) d'une surface en fonction des paramètres (α, β) des lignes asymptotiques des surfaces applicables sur elle, sont les suivantes :

$$
(\mathrm{I})\quad \left\{
\begin{aligned}
&\frac{\partial^2 u}{\partial\alpha\,\partial\beta} + \left(\frac{\partial \log k\mathrm{H}}{\partial u} - \mathrm{B}_1\right)\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial u}{\partial\beta} \\
&\qquad + \left(\frac{1}{2}\frac{\partial \log k}{\partial v} + \mathrm{B}\right)\left(\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta} + \frac{\partial u}{\partial\beta}\frac{\partial v}{\partial\alpha}\right) + \mathrm{C}\frac{\partial v}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta} = 0,\\
&\frac{\partial^2 v}{\partial\alpha\,\partial\beta} + \left(\frac{\partial \log k\mathrm{H}}{\partial v} - \mathrm{B}\right)\frac{\partial v}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta} \\
&\qquad + \left(\frac{1}{2}\frac{\partial \log k}{\partial u} + \mathrm{B}_1\right)\left(\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta} + \frac{\partial u}{\partial\beta}\frac{\partial v}{\partial\alpha}\right) + \mathrm{A}_1\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial u}{\partial\beta} = 0;
\end{aligned}
\right.
$$

les lettres H, A, B, B_1, C ont des significations bien connues; $-k^2$ représente la courbure totale. On peut, ainsi que je l'ai fait voir (*loc. cit.*), obtenir au moyen de ces équations l'*intégralité des résultats connus* relativement aux surfaces dont on sait trouver *toutes* les déformations.

» Je suis revenu, il y a quelque temps, sur cette méthode et j'ai étudié les intégrales intermédiaires qu'on peut associer aux équations (I).

» 1. Le cas où l'on obtient une intégrale en égalant à une fonction arbitraire de α une fonction linéaire et homogène de u'_α et de v'_α, dont les coefficients sont des fonctions de u et de v, se ramène, par un changement de coordonnées curvilignes, à celui où l'intégrale est de la forme $\mathrm{P}(u, v)v'_\alpha = \mathrm{A}(\alpha)$. On reconnaît alors que l'élément linéaire considéré appartient à l'un des deux types

$$du^2 + 2u\,dv^2, \quad du^2 + (u^2 + a^2)\,dv^2 \qquad (a = \text{const.})$$

et l'on retrouve des résultats déjà obtenus par M. Darboux (*loc. cit.*).

» 2. Plus généralement, soit à chercher les intégrales de la forme

$$\varphi(u, v, u'_\alpha, v'_\alpha) = \mathrm{A}(\alpha).$$

» J'ai démontré qu'on peut toujours prendre pour φ un trinome homogène du second degré en u'_α et v'_α, dont les coefficients dépendent de u et de v. Si ce trinome est un carré parfait, on est ramené à l'intégrale linéaire; sinon, on le réduit à la forme $P(u, v)\, u'_\alpha v'_\alpha$, et l'on reconnaît que l'élément linéaire considéré appartient à des surfaces du second degré. Effectivement, si l'on rapporte une quadrique à ses génératrices rectilignes ($u = \text{const.}$, $v = \text{const.}$) on constate que les équations (I) admettent deux intégrales quadratiques (et deux seulement), savoir

$$\text{(II)} \qquad u'_\alpha v'_\alpha = A(\alpha)\,\omega(u, v), \qquad u'_\beta v'_\beta = B(\beta)\,\omega(u, v),$$

où A et B sont deux fonctions arbitraires de leurs arguments respectifs, et ω une fonction qui est égale à H^2 pour les paraboloïdes et à $H^2(u+v)^6$ pour les quadriques à centre, si $u + v$ est le dénominateur commun des coordonnées x, y, z.

» 3. On peut faire divers usages de ces intégrales quadratiques. J'en ai déduit que, *pour les quadriques de révolution* (et pour celles-là seulement) *toute fonction σ de u et de v, qui ne dépend que de ω, satisfait, en tant que fonction de α et de β, à une équation du second ordre* $F(\sigma''_{\alpha\beta}, \sigma'_\alpha, \sigma_\beta, \sigma) = 0$, qui devient identique, pour le paraboloïde de révolution, à l'équation en H de M. Darboux (*Théorie des surfaces*, t. III, p. 369).

» Pour les quadriques qui ne sont pas de révolution, je prouve que *toute fonction de u et de v satisfait à deux équations du troisième ordre*, tandis que l'élimination d'une des fonctions u et v entre les équations (I) conduit, dans le cas des surfaces quelconques, à une équation du quatrième ordre.

» 4. Les intégrales (II) donnent lieu à d'autres généralisations. Voici l'une des plus immédiates. Soit à chercher s'il existe une expression

$$\sigma = u'^m_\alpha u'^n_\beta f(\alpha, \beta, u, v) \qquad (m + n \neq 0)$$

qui, considérée comme fonction de α et β par l'intermédiaire de u et de v, satisfasse à une équation du second ordre de la forme précitée $F = 0$. Je démontre qu'on peut toujours prendre $\sigma = u'_\alpha u'_\beta : \omega(u, v)$ et que σ doit satisfaire à l'équation

$$\frac{\partial^2 \log \sigma}{\partial \alpha\, \partial \beta} = \sigma \frac{\partial^2 \omega}{\partial u^2} - \frac{1}{\sigma} \frac{\partial^2 \omega}{\partial v^2},$$

ce qui exige que ω''_{u^2} et ω''_{v^2} soient des constantes. M. Servant, qui a obtenu récemment cette équation (*Bulletin de la Société mathématique*, p. 232; 1901), en a déduit une démonstration très élégante de résultats déjà connus, notamment de ce fait que *la déformation du paraboloïde général et des qua-*

driques de révolution à centre se ramène à celle de la sphère. Cette démonstration s'étend aux quadriques qui n'ont qu'*un seul* contact avec le cercle de l'infini.

» Mais il y a d'autres quadriques dont la déformation se ramène à celle de la sphère. En effet, si l'on rapporte à ses génératrices rectilignes la surface qui a pour équation

$$(\Sigma) \qquad (x+iy)^2+z(py+qz)=\text{const.},$$

p, q étant des constantes et i l'unité imaginaire, on trouve

$$\omega=(u+qv)^2+p^2v^2-2ip(uv-1),$$

d'où il suit que les dérivées secondes de ω sont des constantes. Les quadriques (Σ) n'ont aucun contact avec le cercle de l'infini. »

ANALYSE. — *Calcul des racines réelles d'une équation.* Note de M. **A. Pellet.**

« Toute équation à coefficients réels peut se mettre sous la forme

$$(1) \qquad \varphi(x)-\psi(x)=0,$$

$\varphi(x)$ et $\psi(x)$ étant des polynomes à coefficients positifs.

» Supposons d'abord $\psi(x)$ indépendant de x, $\psi(x)=a$ et $\varphi(x)=x^\alpha\varphi_1(x)$, $\varphi_1(0)$ n'étant pas nul. Alors la suite des quantités positives $x_0, x_1, \ldots, x_i, \ldots$, où $x_0=\sqrt[\alpha]{\frac{a}{\varphi_1(0)}}$, $x_i=\sqrt[\alpha]{\frac{a}{\varphi_1(x_{i-1})}}$, est formée de termes alternativement supérieurs et inférieurs à la racine positive de l'équation (1) et convergeant vers cette racine.

» Dans le cas général, soit ξ un nombre positif et supposons $\varphi(\xi)-\psi(\xi)$ négatif, par exemple. Alors la racine positive, x_0, de l'équation

$$\varphi(x)-\psi(\xi)=0$$

est supérieure à ξ et inférieure aux racines positives de l'équation (1) supérieures à ξ. Considérons la suite $x_0, x_1, \ldots, x_i, \ldots$, où x_i est la racine positive de l'équation $\varphi(x)-\psi(x_{i-1})=0$. Les termes vont en croissant. D'ailleurs

$$\varphi(x_{i+1})-\psi(x_i)=\varphi(x_i)-\psi(x_i)+\varphi'(\xi_i')[x_{i+1}-x_i]=0,$$

$\varphi'(\xi'_i)$ étant la valeur de la dérivée de $\varphi(x)$ pour une valeur de ξ'_i comprise entre x_i et x_{i+1}. Il en résulte que, si l'équation (1) a des racines supérieures à ξ, la différence $\varphi(x_i) - \psi(x_i)$ tend vers zéro et x_i vers la plus petite de ces racines lorsque i tend vers l'infini. Lorsque l'équation (1) n'a pas de racine positive supérieure à ξ, x_i tend vers l'infini.

» De même, la suite $y_0, y_1, \ldots, y_i, \ldots$, où y_0 est la racine positive de l'équation $\psi(x) - \varphi(\xi) = 0$, y_i celle de $\psi(x) - \varphi(y_{i-1}) = 0$, est formée de termes décroissants et qui convergent vers la racine positive de l'équation (1) immédiatement inférieure à ξ. Si l'équation (1) n'a pas de racine inférieure à ξ, positive, on obtient encore une suite si la différence $\psi(0) - \varphi(\xi)$ est négative, et y_i tend vers zéro.

» La recherche des racines négatives d'une équation se ramenant à la recherche des racines positives de celle qu'on obtient en changeant le signe de l'inconnue dans la première, on a une méthode permettant d'avoir toutes les racines réelles d'une équation. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le nombre des racines communes à plusieurs équations.* Note de M. **G. Tzitzéica**, présentée par M. Picard.

« 1. A l'occasion des intéressantes Communications de M. Davidoglou sur le nombre des racines communes à plusieurs équations, je demande la permission de faire quelques remarques sur le même sujet.

» Prenons d'abord le cas de deux équations

$$f(x) = 0, \qquad \varphi(x) = 0.$$

Si l'on veut trouver le nombre des racines communes à ces équations, comprises dans l'intervalle (a, b), on peut appliquer la méthode de M. Picard (*Traité d'Analyse*, t. II, p. 193) au système

$$f(x) = 0, \qquad \varphi(y) = 0,$$

en prenant pour contour C dans le plan xy le rectangle dont les sommets sont les points $A_1(a+\varepsilon', a-\varepsilon')$, $A_2(a-\varepsilon', a+\varepsilon')$, $B_1(b+\varepsilon', b-\varepsilon')$, $B_2(b-\varepsilon', b+\varepsilon')$; ε' étant une quantité suffisamment petite, de manière que pour les valeurs de x et y qui annulent $f(x)$ et $\varphi(y)$ on ait $x = y$.

» 2. On peut trouver de même le nombre des racines communes aux équations

$$f_1(x) = 0, \qquad f_2(x) = 0, \qquad \ldots, \qquad f_n(x) = 0,$$

et comprises dans l'intervalle (a, b), en appliquant la méthode de M. Picard au système

$$f_1(x_1)=0, \qquad f_2(x_2)=0, \qquad \ldots, \qquad f_n(x_n)=0.$$

Il sera très commode de prendre pour contour d'intégration le prisme défini par les points

$$\begin{array}{l}
A_1(a+\varepsilon_1,\ a+\varepsilon_2,\ \ldots,\ a+\varepsilon_n),\\
A_2(a+\varepsilon_2,\ a+\varepsilon_3,\ \ldots,\ a+\varepsilon_1),\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
A_n(a+\varepsilon_n,\ a+\varepsilon_1,\ \ldots,\ a+\varepsilon_{n-1}),\\
\quad B_1(b+\varepsilon_1,\ \ldots,\ b+\varepsilon_n),\\
\quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
\quad B_n(b+\varepsilon_n,\ \ldots,\ b+\varepsilon_{n-1});
\end{array}$$

où les ε sont des quantités très petites dont la somme est nulle. Ce prisme entoure le segment de la droite $x_1=x_2=\ldots=x_n$ compris entre $A(a, a, \ldots, a)$ et $B(b, b, \ldots, b)$.

» 3. Si l'on veut trouver le nombre des racines de l'ordre n de multiplicité de $f(x)=0$, il faudra considérer le système

$$f(x)=0, \qquad f'(x)=0, \qquad \ldots, \qquad f^{(n-1)}(x)=0.$$

» Dans ce cas on ne peut plus appliquer la méthode précédente, car le déterminant fonctionnel de $f(x_1), f'(x_2), f''(x_3), \ldots, f^{(n-1)}(x_n)$ s'annule pour toute racine multiple. On supprime cette difficulté en appliquant la méthode au système

$$\begin{array}{r}
f(x_1)+f'(x_1)+\ldots+f^{(n-1)}(x_1)=0,\\
f'(x_2)+f''(x_2)+\ldots+f^{(n-1)}(x_2)=0,\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
f^{(n-1)}(x_n)=0.
\end{array}$$

» De cette manière, pour toute racine α multiple d'ordre n, le déterminant fonctionnel se réduit à $[f^{(n)}(\alpha)]^n \neq 0$. De plus, on voit que dans la recherche du nombre des racines multiples d'ordre pair on peut appliquer l'intégrale de Kronecker, puisque le déterminant fonctionnel est alors positif.

» 4. Pour trouver le nombre n des racines doubles de $f(x)=0$ on aura

à considérer le système

$$f(x) + f'(x) = 0, \qquad f'(y) = 0,$$

dont le déterminant fonctionnel $[f'(x) + f''(x)]f''(y)$ est positif pour toute racine double $x = y = \alpha$; on peut donc appliquer l'intégrale de Kronecker. Le contour C sera le rectangle que nous avons défini au n° 1. On fera le changement des variables $x = u + v$, $y = u - v$ et l'on trouvera

$$2\pi n = \int_a^b [P(u, \varepsilon) - P(u, -\varepsilon)]\,du,$$

où

$$P(u, \varepsilon) = \frac{-f'(u-\varepsilon)[f'(u+\varepsilon) + f''(u+\varepsilon)] + f''(u-\varepsilon)[f(u+\varepsilon) + f'(u+\varepsilon)]}{[f(u+\varepsilon) + f'(u+\varepsilon)]^2 + f'^2(u-\varepsilon)},$$

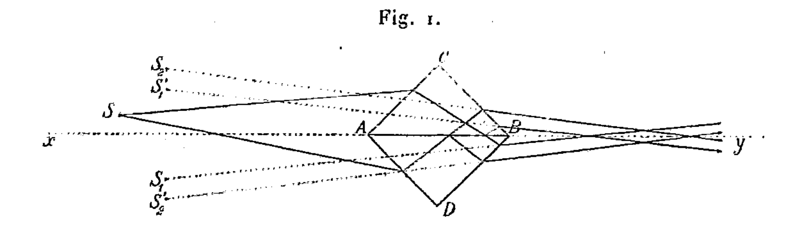
et ε une quantité très petite. »

MÉTROLOGIE. — *Sur une application de la chambre claire de Govi à la réalisation d'un appareil vérificateur des règles et des plans.* Note de M. **A. Lafay**, présentée par M. A. Cornu.

« Pour réaliser l'appareil qui fait l'objet de cette seconde Note, il n'est pas nécessaire d'avoir recours au phénomène délicat des franges d'interférence dont je me suis précédemment servi. Il suffit d'appliquer les lois fondamentales de l'optique géométrique à la propagation de la lumière à travers un prisme de Govi.

» Lorsqu'on regarde une source S à travers un tel prisme, convenablement orienté, on constate la production de quatre images S_1, S'_1; S_2, S'_2, dont l'origine est suffisamment expliquée par le tracé de la *fig.* 1. Ces

Fig. 1.

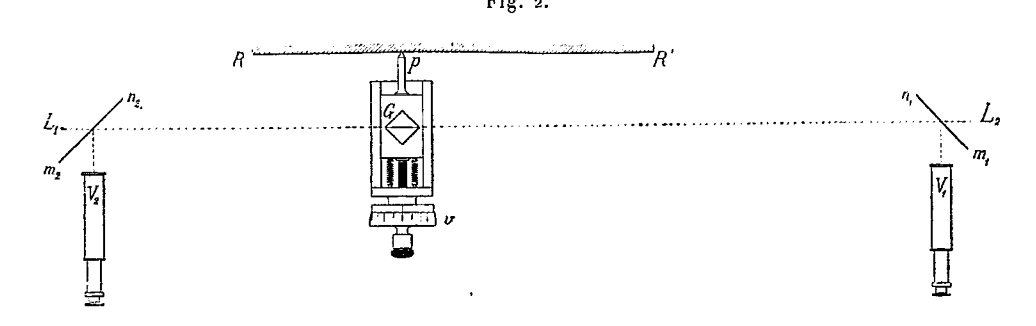


images sont deux à deux (S et S') symétriques par rapport au plan de la face demi-argentée AB, et il est facile de voir que S_1 *et* S'_2 *d'une part*, S_2

et S'_1 *d'autre part, seront en coïncidence lorsque ce dernier plan passera par* S.

» Cette propriété permet de placer sans difficulté un prisme de Govi sur

Fig. 2.



la ligne définie par deux sources fixes L_1, L_2 (*fig.* 2), et le schéma ci-dessous donne une idée suffisante du dispositif que l'on peut employer à cet effet.

» Comme on le voit, la lunette V_i et la lame transparente $m_i n_i$ permettent d'observer les images fournies par L_i ($i = 1$ ou 2).

» Par un déplacement convenable de l'ensemble du chariot qui supporte G, on obtient, après quelques tâtonnements, leur coïncidence de part et d'autre, puis on détermine avec une vis micrométrique v le déplacement nécessaire pour amener au contact de la ligne RR' à vérifier un palpeur invariablement lié à G.

» Le prisme G agit sur chaque rayon comme une lame épaisse à faces parallèles, et les phénomènes observés sont sensiblement les mêmes, quelle que soit sa position sur L_1L_2, pourvu toutefois que l'on ne le place pas trop près des extrémités. Au cours des essais déjà exécutés, j'ai constaté que pour une distance $L_1L_2 = 3^m$ il était possible de donner au prisme une course supérieure à 2^m et que dans cet intervalle on pouvait l'amener sur l'alignement L_1L_2 en commettant une erreur inférieure à $0^{mm},01$.

» Bien que cette précision soit suffisantep our un assez grand nombre d'applications industrielles, je pense qu'il serait possible d'obtenir des résultats encore meilleurs en utilisant des prismes spécialement construits pour cet objet et beaucoup plus parfaits que ceux dont j'ai pu disposer pour l'exécution de ces expériences préliminaires. »

PHYSIQUE. — *Méthode permettant d'évaluer en valeur absolue les très basses températures*. Note de M. **Henri Pellat**, présentée par M. A. Potier.

« L'emploi fréquent aujourd'hui de très basses températures fait désirer qu'on puisse les évaluer sur l'échelle thermodynamique. Or, le thermomètre à gaz ne peut plus servir pour cela dès que le gaz, par suite de son

refroidissement, cesse d'être assimilable à un gaz parfait. D'autre part, la méthode générale indiquée par M. Lippmann ([1]), fondée sur l'étude des propriétés thermiques et mécaniques d'un corps, n'est pas d'un emploi pratique aux basses températures. Je crois que le phénomène Peltier permet de résoudre le problème.

» Si l'on désigne par E la force électromotrice, évaluée en unités C.G.S., d'un couple thermo-électrique dont une des soudures est maintenue à une température fixe (glace fondante, par exemple) et l'autre portée à la température absolue T qu'on se propose d'évaluer, et si Π est le coefficient de l'effet Peltier, évalué en prenant l'erg pour unité de chaleur, la Thermodynamique fournit la relation suivante, établie pour la première fois par lord Kelvin et vérifiée par les expériences de M. Edlund ([2]) et de M. Bellati ([3]) :

$$\Pi = T\frac{dE}{dT}, \tag{1}$$

qu'on peut écrire sous la forme :

$$\frac{dT}{T} = \frac{dE}{\Pi}. \tag{2}$$

» Supposons qu'on ait évalué en fonction des indications t d'un thermomètre quelconque la force électromotrice E et le coefficient Π de l'effet Peltier, de façon à pouvoir écrire :

$$E = f(t) \quad \text{et} \quad \Pi = F(t), \tag{3}$$

$f(t)$ et $F(t)$ étant deux fonctions empiriquement connues ; en posant :

$$\frac{f'(t)}{F(t)} = \varphi'(t) \quad \text{on aura} \quad \frac{dT}{T} = \varphi'(t)\,dt \tag{4}$$

et, en intégrant entre les températures T_0 ou t_0 et T ou t, il vient :

$$L\frac{T}{T_0} = \varphi(t) - \varphi(t_0) \tag{5}$$

ce qui fait connaître T, puisque la fonction $\varphi(t)$ est connue.

» Pour mettre en pratique cette méthode, il convient de prendre comme

---

([1]) *Journ. de Phys.*, 2e série, t. III, p. 277 ; 1884.
([2]) Stockholm, 1871.
([3]) *Atti del R. Istituto Veneto*, 5e série, t. V; 1879.

couple thermo-électrique A, auquel s'appliquent les relations ci-dessus, un couple fer-zinc, à cause de son grand pouvoir thermo-électrique aux basses températures. La partie qui doit être portée à la température T sera constituée par un barreau cylindrique mixte d'un centimètre de diamètre environ et d'une longueur de 20 à 30cm, la soudure étant placée en son milieu. Tout près de celle-ci sera pratiquée dans le fer une rainure profonde, ne laissant au centre qu'une épaisseur de 2mm environ, et très étroite (1 à 2 dixièmes de millimètre) pour loger les spires isolées d'un fil métallique très fin, dont les extrémités aboutissent à deux gros fils de même métal sortant de l'appareil. De part et d'autre de l'ensemble de la soudure et de la spirale, très près et symétriquement, seront placés deux petits trous a et a'; deux autres trous semblables b et b' seront creusés vers le milieu de chacune des barres fer et zinc. Ces trous serviront à loger les quatre soudures d'une pile thermo-électrique très sensible, les soudures paires étant dans les trous a et a', les soudures impaires dans les trous b et b'; nous appellerons B ce thermomètre. Le tout sera contenu dans un tube de verre de 3cm ou 4cm de diamètre parfaitement clos, de façon qu'on puisse faire, une fois pour toutes, un vide aussi parfait que possible à son intérieur. Les extrémités du tube donneront passage à deux fils de 3mm à 4mm de diamètre respectivement, en zinc et en fer, destinés aux communications extérieures, n'ayant que quelques millimètres de long à l'intérieur du tube; elles livreront passage aussi aux fils fins du thermomètre B.

» Cet appareil doit être placé dans l'enceinte dont on veut évaluer la température ainsi que le thermomètre C, dont nous avons appelé t les indications. Le mieux me paraît de constituer celui-ci par un couple thermo-électrique, dont une des soudures pourrait être placée dans un autre trou pratiqué dans la barre mixte fer-zinc.

» Ayant disposé l'appareil dans le bain à température voulue, et les indications des thermomètres B et C étant invariables, on fera passer un courant intense (20 ampères, par exemple) dans la barre; à cause de sa grande section, l'effet Joule sera faible et, vu la disposition du thermomètre B, ses indications seront pratiquement indépendantes de cet effet, surtout si l'on donne aux deux barres des sections proportionnelles à leur résistivité; au contraire, le thermomètre B indiquera l'effet Peltier. On fera passer ce courant d'intensité mesurée I dans le sens où il y a destruction de chaleur à la soudure, et l'on compensera celle-ci par la création de chaleur que produira un courant d'intensité i, variable à volonté, circulant

dans la spirale, ce qu'on reconnaîtra à l'invariabilité des indications de B [1]. La mesure de i et de la différence de potentiel e aux extrémités de la spirale donnera la quantité de chaleur ei créée ainsi ; on aura donc $\text{H I} = ei$, ce qui fera connaître H. On déterminera cette grandeur pour différentes températures indiquées par C, et l'on obtiendra ainsi $F(t)$.

» D'autre part, il est très facile de mesurer pour chaque température t donnée par C la valeur de la force électromotrice du couple fer-zinc, dont la soudure en dehors du tube de verre sera maintenue à la température de la glace fondante; on obtiendra ainsi $f(t)$.

» La précision me paraît pouvoir être suffisante pour donner de bonnes mesures, en se servant pour le thermomètre B d'un galvanomètre Broca. Le calcul indique que l'erreur maximum sera de $0°,5$ vers la température absolue de $150°$; elle pourra atteindre $1°$ et $1°,5$ pour les températures absolues de $75°$ et $20°$.

» Il est probable que les mesures seront facilitées par la simplicité des fonctions $f(t)$ et $F(t)$, qui seront vraisemblablement bien représentées par des fonctions paraboliques d'un petit nombre de termes.

» Il va sans dire qu'après avoir rapporté ainsi les indications du thermomètre C à celles de l'échelle absolue des températures, c'est ce thermomètre C qui sera employé dans les mesures courantes, par exemple, pour prendre les points d'ébullition de l'azote, de l'hydrogène, etc. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'application des équations de Lagrange aux phénomènes électrodynamiques.* Note de M. E. CARVALLO, présentée par M. Sarrau.

« 1. *Introduction.* — Pour déterminer le mouvement d'un système de circuits mobiles et les courants qui y circulent, Maxwell traite le système comme un système à liaisons et lui applique les équations de Lagrange [2].

---

(1) Pour mieux assurer cette compensation, il sera bon de creuser légèrement en son centre la face du zinc appliquée contre la face du fer à la soudure, de façon que le contact ait lieu par une couronne juste en face de la spirale et de même largeur qu'elle. La création et la destruction de chaleur se feront ainsi, d'une façon uniforme, presque dans la même section, et le thermomètre B ne donnera une indication invariable que si elles sont égales.

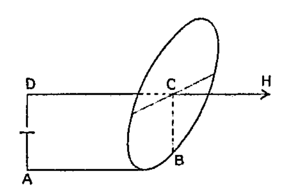
(2) MAXWELL, *Traité d'Électricité*, t. II, p. 228 (édition française).

L'expression adoptée pour l'énergie cinétique se compose de deux parties, la *force vive* proprement dite de la matière pondérable, puis la fonction des forces électrodynamiques qui constitue l'*énergie électrocinétique*. En conséquence, les forces électrodynamiques et les forces électromotrices d'induction seraient, non pas des *forces appliquées*, mais des *forces d'inertie*, et elles en ont en effet le caractère ([1]).

» Cette théorie de Maxwell est encore peu répandue; M. Sarrau a constaté le fait dans une première Note et cherché à y porter remède par une deuxième Note ([2]).

» Or, si l'on applique les équations de Lagrange à la roue de Barlow, elles donnent un résultat contraire à l'expérience. Je vais le montrer.

» 2. *Les équations de Lagrange mises en défaut par la roue de Barlow.* — Dans la roue de Barlow C, un courant $y'_1 = \frac{dy_1}{dt}$ circule suivant la verticale BC, que la roue soit fixe ou qu'elle tourne avec une vitesse angulaire $x' = \frac{dx}{dt}$; BC est un côté du circuit rectangulaire ABCD dont le plan est perpendi-



culaire à celui de la roue C. Voilà pour le premier courant. Un deuxième courant $y'_2 = \frac{dy_2}{dt}$ parcourt un solénoïde et forme un champ magnétique H de direction DC. Le flux magnétique qui, de ce fait, traverse ABCD est nul; le potentiel mutuel des deux courants est donc nul et l'énergie cinétique du système se réduit à ([3])

$$T = \frac{1}{2}(\mathrm{I}x'^2 + \mathrm{L}_1 y_1'^2 + \mathrm{L}_2 y_2'^2).$$

» Aux trois paramètres de mobilité du système x, y_1, y_2 correspondent

---

([1]) E. Carvallo, *Théorie du monocycle et de la bicyclette* (*Journal de l'École Polytechnique*, 2e série, VIe et VIIe cahiers).

([2]) Sarrau, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 402 et 421; 26 août et 2 septembre 1901.

([3]) *Notations :* I, moment d'inertie de la roue; L_1, L_2, coefficients de self-induction; X, moment résultant des forces appliquées par rapport à l'axe de la roue; Y_1, Y_2, forces électromotrices appliquées aux deux circuits (Niles et Joule).

les trois équations de Lagrange [1] :

$$\text{(I)} \quad \begin{cases} (1) & X = I x'', \\ (2) & Y_1 = L_1 y_1'', \\ (3) & Y_2 = L_2 y_2'', \end{cases}$$

» Elles renferment deux résultats contraires à l'expérience :

» 1° Aucune force électrodynamique ne tend à faire tourner la roue [éq. (1)];

» 2° Le mouvement de la roue ne provoque aucune force électromotrice [éq. (2)].

» Pour représenter l'expérience, il faut ajouter l'expression connue de ces forces, ce qui transforme le système (I) déduit des équations de Lagrange en un autre incompatible avec lui, savoir :

$$\text{(II)} \quad \begin{cases} (1) & X = -K y_1' y_2' + I x'', \\ (2) & Y_1 = +K y_2' x' + L_1 y_1'', \\ (3) & Y_2 = \qquad\qquad + L_2 y_2''. \end{cases}$$

» La théorie de Maxwell doit-elle donc être abandonnée? Dans sa forme, qui consiste à appliquer toujours les équations de Lagrange, nécessairement oui; mais, dans le fond, je ne le pense pas, parce que les équations de Lagrange ne sont pas toujours applicables aux systèmes à liaisons; j'ai montré, au sujet du cerceau, qu'elles sont en défaut quand les paramètres de mobilité ne sont pas de véritables coordonnées [2]. Examinons les choses à ce point de vue.

» 3. *Adaptations de la théorie de Maxwell à la roue de Barlow.* — L'état du système est-il bien connu quand on donne les trois paramètres x, y_1, y_2? Oui, s'il s'agit des conducteurs filiformes où le courant traverse toujours les mêmes particules matérielles, mais non dans le cas de la roue de Barlow, où le courant se déplace dans la roue.

» Faites passer la quantité d'électricité y_1, puis tournez la roue de x; la chaleur de Joule se dégage sur le premier rayon vertical; au contraire, tournez la roue de x avant de faire passer le courant : la chaleur se dégage sur un autre rayon faisant avec le premier l'angle x. Pour faire connaître l'état du système à l'époque t, il ne suffit pas de donner x, y_1, y_2, il faut encore donner la loi des valeurs simultanées des deux paramètres x et y_1.

---

(1) Voir les *Notations*, p. 925, note (3).

(2) E. Carvallo, *loc. cit.*

De même, pour faire connaître la position du cerceau, il faut donner, non seulement les angles de marche, de conversion et de chute, mais aussi la loi des valeurs simultanées des deux premiers angles à partir de l'origine. L'analogie est manifeste et il y a lieu d'appliquer à la roue de Barlow mes remarques sur le cerceau :

» *La troisième équation de Lagrange subsiste, mais il faut compléter les deux premières par certains termes aux produits des vitesses.*

» C'est précisément la particularité qu'offre le système (II) déduit de l'expérience.

» Malheureusement, tandis que dans le cerceau la théorie permet de calculer les termes complémentaires qui modifient les équations de Lagrange, il faut ici les emprunter aux lois expérimentales de l'Électrodynamique et de l'induction, à cause de notre ignorance sur la constitution élémentaire du système mécanique qui nous occupe : nous connaissons seulement ses paramètres de mobilité, son énergie cinétique et les forces appliquées. Cela suffit quand les équations de Lagrange sont applicables, mais non dans le cas contraire.

» 4. *Conclusions.* — 1° L'expérience de la roue de Barlow montre que les équations de Lagrange ne sont pas toujours applicables aux phénomènes électrodynamiques, notamment dans le cas des conducteurs à deux ou trois dimensions.

» 2° Elle offre une grande analogie avec le roulement du cerceau.

» 3° Elle semble confirmer les deux principes, fondamentaux, et d'ailleurs corrélatifs, de Maxwell : *L'énergie d'un système de courants est une énergie cinétique; les forces électrodynamiques et les forces électromotrices d'induction sont des forces d'inertie.* Ce sont aussi les deux principes sur lesquels insiste M. Sarrau. Tout s'harmonise avec cette hypothèse, tout s'oppose à l'hypothèse contraire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décharge disruptive dans les électrolytes.* Note de M. **H. Bagard**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note présentée à l'Académie (15 avril dernier), MM. Broca et Turchini ont décrit des expériences qui leur ont permis d'observer des décharges disruptives au sein d'électrolytes très conducteurs.

» Il me paraît donc utile de faire connaître un procédé général très simple qui donne infailliblement des étincelles dans les électrolytes, sans avoir recours aux moyens puissants dont disposaient ces physiciens.

» Il importe, en premier lieu, de réduire autant que possible les deux surfaces des conducteurs métalliques entre lesquelles on cherche à faire passer la décharge sous forme d'étincelle dans le liquide. A cet effet, je forme l'excitateur de deux fils métalliques de 1^{mm} de diamètre, disposés horizontalement dans le prolongement l'un de l'autre, et que j'isole du liquide par une gaine épaisse d'un diélectrique solide tel que l'ébonite, jusqu'au voisinage immédiat des extrémités libres en regard; il n'est pas nécessaire de sceller les fils dans leurs enveloppes et l'on peut, sans inconvénient, les laisser dépasser sur une longueur de quelques dixièmes de millimètre.

» En second lieu, il faut employer un des modes connus de la décharge dynamique. Je me sers, par exemple, de deux bouteilles de Leyde isolées, dont je relie les armatures internes respectivement aux deux pôles d'une machine électrique et aux deux branches d'un excitateur à boules ordinaire A, qui fonctionne dans l'air. Les armatures externes sont reliées directement aux branches de l'excitateur à liquide B. Ce dernier maintient, grâce à la conduction du liquide, l'égalité des potentiels de ces deux armatures, lors de leur charge qui est relativement lente. Mais, si l'excitateur A est réglé pour un potentiel explosif suffisant, lorsqu'une décharge des armatures internes se produit, la décharge brusque qui tend à se produire entre les armatures externes ne peut pas se faire par simple conduction électrolytique et une étincelle éclate à travers le diélectrique.

» Au contraire, avec un excitateur présentant des surfaces métalliques plus grandes, non isolées du liquide, la décharge se produirait ici exclusivement par conduction, grâce à la grande section offerte par le liquide au flux électrique; d'autre part, même avec l'excitateur que j'ai décrit, une décharge non dynamique se ferait également par conduction électrolytique.

» On voit que l'excitateur à liquide peut être placé dans un circuit indépendant. En modifiant la distance explosive en A, on obtient à volonté des étincelles grêles ou des étincelles nourries, très lumineuses et bruyantes dans le liquide. La distance explosive peut être portée à 3^{mm} et plus, dans les solutions les plus conductrices de sulfate de cuivre, d'acide sulfurique, etc. L'étincelle a une coloration qui dépend de la substance dissoute; par exemple, avec une solution d'acide sulfurique, on reconnaît la teinte qui caractérise une décharge à travers l'hydrogène.

» On peut disposer deux excitateurs, l'un à air, l'autre à liquide, en dérivation sur le circuit de décharge et régler les distances explosives de façon

à obtenir la décharge par les deux appareils à la fois, ou par l'un d'eux seulement. On peut aussi mettre en dérivation deux excitateurs à liquide et j'ai employé ce dernier dispositif pour rechercher si la lumière, les radiations ultra-violettes et les rayons de Röntgen ont une influence sur le potentiel explosif dans l'eau distillée, d'abord, puis dans quelques solutions. Ces essais ne m'ont fourni aucune indication nette relativement à une influence de cette nature. Il est, du reste, très difficile de maintenir ces excitateurs à liquide dans des états déterminés; outre l'échauffement du liquide produit par une première décharge, d'autres troubles sont apportés par les petites bulles de gaz qui se dégagent, par les poussières qui peuvent flotter dans le liquide, par l'altération des extrémités des fils.

» Enfin, si l'on substitue à l'action de la machine électrique celle d'une bobine d'induction, on obtient, naturellement, au lieu d'étincelles isolées dans le liquide, une série d'étincelles très rapprochées dont la fréquence peut être réglée à volonté. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'étincelle de l'excitateur de Hertz.* Note de M. C. **Tissot**, présentée par M. A. Cornu.

« Au cours des recherches que nous avons poursuivies à l'effet de faire l'application des différentes formes de l'oscillateur hertzien à la Télégraphie sans fil, nous avons été conduit à utiliser avec succès le dispositif de M. Blondlot. L'emploi de ce dispositif permet d'obtenir des communications aussi aisées et d'atteindre des portées comparables à celles que fournissent les autres. Il présente, entre autres avantages, celui de donner des périodes bien déterminées et faciles à faire varier à volonté.

» Nous avons appliqué à la détermination de ces périodes le procédé du miroir tournant et le dispositif expérimental qui a été décrit précédemment [1]. L'emploi de la lentille cylindrique donne une grande finesse aux épreuves et permet d'effectuer avec précision la mesure des intervalles successifs.

» L'examen micrométrique des épreuves montre que les images des étincelles successives ne sont pas rigoureusement équidistantes. Le premier intervalle est toujours nettement plus considérable que les autres. Les suivants vont en décroissant très légèrement, mais ne présentent entre eux

(1) *Comptes rendus,* mars 1901, p. 763.

que des différences très faibles. On ne saurait, toutefois, attribuer ces différences à l'imperfection des pointés ou à des erreurs accidentelles, car la même tendance se manifeste sur toutes les épreuves.

» Le premier intervalle paraît dépendre nettement de la distance explosive et augmente avec elle.

» Les distances des maximas suivants tendent rapidement vers une limite qui en est indépendante et caractéristique de la période du système : nous citerons, à titre d'exemples, les mesures suivantes relevées sur les épreuves A_1, A_2, B_1, B_2 obtenues avec un excitateur composé de deux boules de 3^{cm} de diamètre :

		A_1.	A_2.	B_1.	B_2.
Nombre de tours du miroir		430	405	435	410
Capacité en unités électrostatiques		480	480	900	900
Distance explosive en centimètres		1^{cm}	$1^{cm},6$	$0^{cm},8$	$1^{cm},5$
Grandeur des intervalles en centièmes de millimètre.	1er	59,3	59,0	67,5	65,5
	2e	55,5	53,2	65,4	62,5
	3e	54,4	51,4	64,8	61,6
	4e	54,0	50,7	64,2	60,8
	5e	53,8	50,4	63,6	60,5
	6e	53,6	49,8	»	59,8
Intervalle moyen (le premier excepté)		54;3	51,08	64,3	61,0
Rapport du premier intervalle à la moyenne		1,08	1,16	1,05	1,11
Période T en fraction de seconde		$0^s,57.10^{-6}$	$0,56.10^{-6}$	$0,68.10^{-6}$	$0,68.10^{-6}$

» Toutes les épreuves qui ont été obtenues (au nombre de 150 environ) présentent les mêmes caractères. En prenant soin d'éliminer le premier intervalle pour faire le calcul des périodes, on obtient des nombres absolument concordants.

» L'effet observé croît avec la distance explosive et paraît d'autant plus marqué que la capacité du système est plus faible. C'est ce qui explique qu'en opérant avec des capacités notables et de petites distances explosives on trouve des intervalles très sensiblement équidistants. Tel était le cas de nos premières expériences.

» Le soufflage de l'étincelle, qui produit par ailleurs des effets particuliers, exagère le phénomène. Le résultat obtenu s'accorderait avec la théorie qui a été présentée par M. Swyngedauw (¹). On doit remarquer, toutefois, que les périodes réalisées ne sont pas absolument de l'ordre de grandeur de celles de l'excitateur hertzien proprement dit. Il s'interprète

(¹) *Comptes rendus*, p. 556; mars 1897.

aisément par la variation de résistance de l'étincelle. La résistance subirait une variation notable de la première étincelle à la seconde, puis prendrait une valeur sensiblement constante.

» M. Hemsalech a montré, en effet, qu'il existe une différence capitale entre la première étincelle d'une décharge oscillante et les suivantes. Dans la première apparaissent uniquement les raies de l'air, tandis que les raies du métal apparaissent dans les autres. »

PHYSIQUE. — *Sur la radio-activité induite provoquée par des sels de radium.* Note de MM. **P. Curie** et **A. Debierne**, présentée par M. H. Becquerel.

« On sait que tous les corps deviennent radio-actifs lorsqu'ils sont enfermés en vase clos avec un sel solide de baryum radifère ([1]). Cette radioactivité, dite *induite*, s'obtient encore en remplaçant le sel de radium solide par sa solution aqueuse. Cette disposition est préférable parce que les effets obtenus sont à la fois plus réguliers et beaucoup plus intenses (quarante fois plus, par exemple).

» Les divers corps solides (cuivre, platine, plomb, étain, aluminium, verre, papier, cire, sulfure de zinc, etc.) acquièrent la même activité induite lorsqu'ils sont placés dans les mêmes conditions dans une même enceinte activante. Et le rayonnement de ces corps activés est, comme celui du sel de radium lui-même, composé de rayons déviables et non déviables dans un champ magnétique.

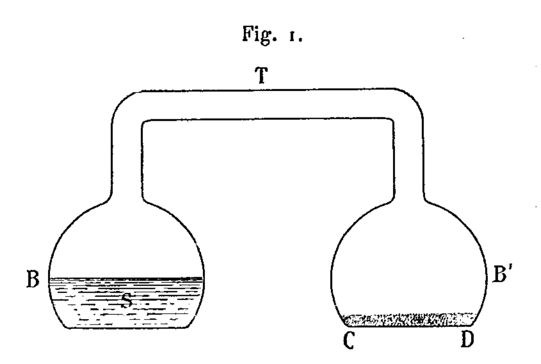
» L'activité induite est indépendante de la pression et de la nature du gaz qui existe dans l'enceinte activante. Si l'on active au moyen d'une solution de baryum radifère sous diverses pressions, depuis la pression atmosphérique jusqu'à celle de la tension de vapeur saturée de la solution, on trouve que l'activation limite est la même, et qu'elle s'établit avec la même vitesse, quelle que soit la pression. Quand la substance activante est un sel solide, on peut opérer soit à la pression atmosphérique, soit avec un vide très parfait (pression mesurée à la jauge 2 ou 3 millièmes de millimètre de mercure); dans les deux cas l'activation limite semble être la même ([2]).

([1]) Voir *Comptes rendus*, 4 mars et 29 juillet 1901.

([2]) Pendant que l'on fait un vide aussi parfait à la trompe à mercure, l'enceinte se désactive partiellement et l'activation se rétablit ensuite très lentement lorsqu'on a interrompu la communication avec la trompe.

» Certaines substances (celles phosphorescentes à la lumière et quelques autres) deviennent lumineuses lorsqu'on les place dans une enceinte activante. On peut alors réaliser de très belles expériences. On peut, par exemple, avec l'appareil représenté (*fig.* 1), placer dans le premier ballon B une solution d'un sel de baryum radifère contenant quelques milligrammes

Fig. 1.



de radium et mettre la substance phosphorescente étalée au fond du deuxième ballon B' en communication avec le premier par le tube T.

» Le sulfure de zinc phosphorescent est particulièrement brillant dans ces conditions : il est aussi lumineux que lorsqu'il vient d'être exposé à une lumière intense, et la luminosité se maintient constante tant que la communication subsiste avec la solution radio-active. La luminosité ainsi obtenue est due à la radio-activité induite qui s'est communiquée par le tube T et ne provient pas du rayonnement direct du radium. D'ailleurs, l'intensité du rayonnement de Becquerel du sulfure de zinc activé dans cette expérience est exactement la même que celle d'un morceau de cuivre ou d'une autre substance quelconque placée dans les mêmes conditions dans le ballon B' (1).

» Le verre aussi devient phosphorescent par radio-activité induite (le verre de Thuringe est alors plus lumineux que les autres espèces de verre).

» L'activité induite des corps placés dans une enceinte activante dépend essentiellement de l'espace libre existant devant eux. Si, dans l'enceinte, on place une série de lames de cuivre parallèles entre elles, mais à des distances successives de plus en plus grandes, on constate que lorsque la distance entre les lames est petite (1^{mm} par exemple) les surfaces en regard s'activent faiblement. Au contraire, si la distance entre les lames est grande

(1) Nous devons à l'obligeance de M. Verneuil le très bel échantillon de sulfure de zinc utilisé dans ces expériences.

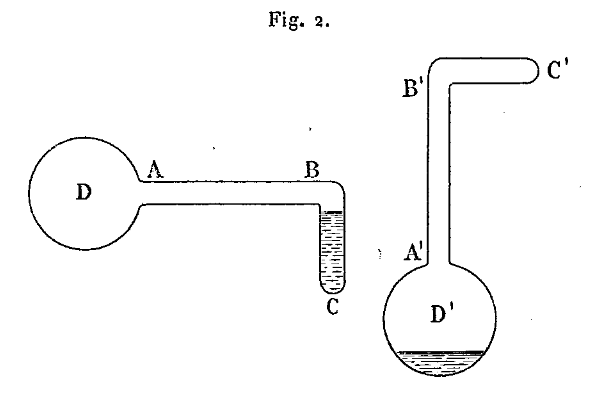
(3^{cm} par exemple), les surfaces en regard s'activent fortement. Les mesures précises sont difficiles, mais on peut dire en première approximation que l'activation de ces lames placées parallèlement est proportionnelle à la distance qui les sépare.

» Si l'enceinte activante est en verre, elle est entièrement illuminée, mais elle ne l'est pas également partout. D'une façon générale, les tubes d'une même enceinte sont d'autant plus lumineux et plus radio-actifs qu'ils sont plus larges. Avec l'appareil (*fig.* 1), lorsque l'équilibre est atteint, le verre du tube de communication T est moins lumineux et moins radio-actif que celui des ballons B et B'. Mais la paroi en contact avec le gaz est également lumineuse et radio-active dans ces deux ballons de mêmes dimensions; cette égalité d'activité subsisterait encore si le tube de communication était très long et très étroit. On voit que dans une même enceinte les parois des parties de forme identique ont même activité, qu'elles soient ou non dans le voisinage immédiat de la solution activante.

» Il semble donc qu'il y ait répandu, dans l'espace d'une enceinte activante, un pouvoir d'activation en équilibre dans les diverses parties, mais que les parois s'activent proportionnellement à la grandeur de l'espace libre situé devant elles.

» L'activité limite dans une même enceinte dépend seulement de la quantité de radium qui a été introduit à l'état de solution. Ainsi les deux enceintes en verre identique (*fig.* 2) contiennent des quantités égales

Fig. 2.



d'une même solution radio-active; dans la première enceinte, la solution est dans le tube étroit BC; dans la deuxième enceinte, la solution est dans le ballon D'. La deuxième enceinte s'active d'abord beaucoup plus rapidement que la première, mais l'activité finale, lorsque l'équilibre est obtenu

au bout de trois semaines, est la même dans les deux enceintes. Les tubes AB, A'B' d'une part, les ballons D et D' d'autre part, sont alors également actifs et également lumineux.

» Enfin l'activité augmente dans une enceinte lorsqu'on augmente la quantité de solution activante. Le pouvoir d'activation d'une solution n'est donc pas analogue à une tension de vapeur. »

PHYSIQUE. — *Influence des substances radio-actives sur la luminescence des gaz.* Note de M. **Alix de Hemptinne**, présentée par M. H. Becquerel.

« J'ai démontré [1], il y a longtemps déjà, qu'un gaz, qui devient lumineux à une certaine pression, sous l'influence de vibrations électriques, devient lumineux à une pression plus forte, lorsqu'on le soumet en même temps à l'action des rayons X; ainsi, l'oxygène, placé dans des conditions déterminées, décrites dans l'article cité, devient lumineux à la pression de 51^{mm}, et il émet déjà des lueurs à 68^{mm}, lorsqu'on le soumet en même temps à l'action des rayons X.

» Ayant eu à ma disposition, grâce à l'obligeance de M. Curie, quelques-unes de ses substances radio-actives, j'ai constaté que, si l'on approche ces substances d'un tube contenant de l'air à faible pression et soumis à des vibrations électriques, celui-ci devient lumineux à la pression de 44^{mm}, alors que, sans la substance, la pression doit être diminuée jusqu'à 33^{mm} pour observer la luminescence; les lueurs, qui étaient d'un rouge violet dans le dernier cas, étaient d'un vert jaunâtre sous l'influence des substances radio-actives.

» Il serait intéressant d'étudier si ces lueurs n'ont pas aussi des propriétés particulières, et n'émettent pas des rayons secondaires comme les surfaces métalliques. J'ai montré que pour les rayons X les phénomènes croissent d'intensité avec le poids moléculaire du gaz; il en est sans doute de même pour l'action des substances radio-actives.

» Au-dessus d'une grande plaque métallique qui est le siège de vibrations de Tesla, j'ai suspendu horizontalement par des fils de soie un grand tube de 1^{m} de long sur $0^{m},03$ de diamètre; ce tube contient de l'air à la pression de 10^{m} environ.

» Si l'on approche le tube suffisamment de la plaque, il devient lumi-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 428; 1897.

neux; à mesure qu'on l'éloigne, les lueurs s'affaiblissent, et finalement s'éteignent; si l'on approche alors du tube une substance radio-active, il émet dans le voisinage des lueurs jaunâtres dont l'étendue dépend de la distance du grand tube à la plaque; lorsqu'on déplace la substance radio-active le long du tube, les lueurs se déplacent avec elle. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude des alliages étain-aluminium.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. A. Ditte.

« Les alliages étain-aluminium ont déjà été étudiés, notamment au point de vue fusibilité, par M. Gautier; mais on n'avait pas encore isolé les combinaisons étain-aluminium. La courbe de fusibilité fait prévoir la combinaison AlSn.

» En appliquant la méthode précédemment décrite, j'ai pu isoler à l'état cristallisé et à l'état de poudre cristalline les deux combinaisons suivantes:

$$Al^4Sn \quad \text{et} \quad AlSn.$$

» Comme on le verra dans la suite, le champ d'étude est beaucoup moins vaste qu'avec les acides tungstique et molybdique, par suite de la volatilisation de l'étain.

» Je me suis toujours servi du même grain d'aluminium et suis parti d'acide stannique préparé par voie humide, en attaquant l'étain de Banka par l'acide azotique. Toutes les expériences ont été faites sur 3^{kg} de matières. Les dosages d'étain ont été faits par voie électrolytique : $0^{gr},3$ à $0^{gr},5$ de l'alliage, préalablement limé et tamisé, est attaqué par l'acide chlorhydrique concentré auquel on ajoute quelques gouttes d'acide azotique.

» On neutralise par l'ammoniaque; on ajoute 4^{gr} d'oxalate d'ammonium et 12^{gr} d'acide oxalique, après avoir étendu d'eau (méthode de Classen).

» On électrolyse à 60° environ, avec un courant $ND_{100} = 0,5$ au début, $ND_{100} = 0,7$ après deux heures, $ND_{100} = 1$ ampère après trois heures. Le dépôt demande quatre à cinq heures pour être complet. La fin de la réaction ne se voit nettement qu'en émergeant davantage la cathode (1).

---

(1) En dépassant $ND_{100} = 1$ ampère, on a à craindre que le dépôt se fasse sous forme de poudre noire peu adhérente. Il est nécessaire d'opérer à chaud et en liqueur étendue, sans quoi il se déposerait des cristaux d'oxalate et d'acide oxalique qui pourraient recouvrir l'anode et empêcher le courant de passer. Pour effectuer ces analyses, nous

» Si l'on veut doser l'aluminium, l'acide oxalique masquant les réactions de ce dernier, il est nécessaire de dessécher et de reprendre par l'acide sulfurique.

» Voici les principales conclusions de mes recherches :

» 1° Toutes ces réactions sont extrêmement violentes. Il y a des pertes énormes sous forme d'étain et d'acide stannique.

» 2° La limite d'inflammation a lieu pour l'expérience correspondant théoriquement à Al^4Sn.

» 3° Toutes les expériences plus riches en acide stannique que celle qui correspond à $AlSn^5$ ne laissent aucune partie métallique; il ne reste dans le creuset que du corindon.

» 4° Tous les culots métalliques obtenus contiennent des quantités très notables d'aluminium libre (entre 6 et 13 pour 100).

» 5° La quantité d'étain contenue dans le culot ne va pas régulièrement en croissant, quand on part des proportions correspondant à Al^4Sn, pour atteindre celle de l'expérience $AlSn^5$. Il y a de très grandes irrégularités, comme on le verra plus loin.

» 6° L'expérience Al^4Sn, limite d'inflammation, ne donne qu'une importante masse de corindon dans laquelle sont dispersées des lamelles cristallines très difficiles à détacher de la masse.

» Si l'on vient à porter le mélange acide stannique-aluminium dans un four Perrot, correspondant à cette réaction, de façon à le chauffer à environ 1000°, et si l'on vient à l'enflammer lorsqu'il a atteint cette température, on obtient un simple culot métallique cristallin (1). Traité par HCl étendu, il produit un dégagement gazeux abondant et laisse un résidu très nettement cristallisé, qui correspond à Al^4Sn. L'analyse a donné : $Sn = 51,87$; $51,95$. En théorie : $Sn = 52,25$. De plus, on voit dans la masse d'abondants cristaux filiformes; quelques-uns ont pu, avec grand'-peine, être détachés de la masse. Ils ont donné la même composition chimique.

» 7° L'expérience correspondant à AlSn donne un culot avec de nombreux alvéoles qui sont tapissés de cristaux filiformes et lamellaires de toute beauté. Ils correspondent à la formule AlSn.

---

nous sommes servi des appareils de M. Hollard, dont les cornets en platine avaient été préalablement dépolis au jet de sable. Il semble se former entre le platine et l'étain un alliage superficiel; les électrodes sont extrêmement difficiles à nettoyer; on est parfois obligé de faire intervenir le bisulfate de potasse.

(1) Si l'on prolongeait trop le chauffage, la réaction aurait lieu dans le four même.

» Si l'on traite le culot brut par HCl étendu, on obtient une poudre cristalline de même composition :

» Résultats des analyses : Sn = 80,95 ; 81,05. En théorie : Sn = 81,37.

» Les cristaux filiformes se retrouvent dans l'expérience $AlSn^2$.

» 8° L'expérience correspondant à Sn^4Al donne un culot très volumineux, mais qui n'est guère formé que de pointements extraordinairement nets. J'ai pu en détacher quelques-uns à la pince coupante. Ils correspondent à la formule AlSn.

» Je résumerai mes recherches sur la réduction de l'acide stannique par l'aluminium en grains, dans le Tableau suivant :

Expériences.	Cristaux obtenus.	Culots bruts en Sn.	Résidu dans HCl étendu, en Sn.
Sn^5Al...............	Aucune partie métallique	»	»
Sn^4Al...............	Superbes cristaux lamellaires AlSn	69,0	75,27 ; 75,97
Sn^3Al...............	Rien	75,6	86,85 ; 87,10
Sn^2Al...............	Rien	64,5	73,94 ; 73,88
Sn Al...............	Cristaux filiformes et lamellaires AlSn	60,9	69,29 ; 69,09
$SnAl^2$...............	Cristaux filiformes AlSn	68,2	80,95 ; 81,05 (AlSn)
$SnAl^3$...............	Rien	66,6	72,03 ; 71,95
$SnAl^4$............... (limite d'inflammation)	Cristaux lamellaires et filiformes Al^4Sn	38,0	51,87 ; 51,95 (Al^4Sn)

» Il est bien entendu que les combinaisons isolées sous forme de poudre cristalline contiennent du silicium provenant de l'aluminium employé.

» *En résumé*, j'ai pu isoler deux combinaisons de l'étain et de l'aluminium qui se présentent sous forme de cristaux très nets ; elles correspondent aux formules Al^4Sn et AlSn. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des bases pyridiques sur les quinones tétrahalogénées*. Note de M. **Henri Imbert**, présentée par M. A. Haller.

« Le dérivé d'oxydation du corps $C^3H^4Az - C^6Cl^2O^2 - OH$, dont j'ai indiqué précédemment la préparation, et dont la composition centésimale est voisine de la formule $HO - C^5H^2Az = C^6Cl^2O^2$, permet de démontrer que la première de ces formules est seule acceptable.

» *Chlorhydrate de pyridyltrichlorotricétopentaméthylène.* — Le corps pyridylé précédent est dissous dans l'acide chlorhydrique concentré, puis additionné d'une

petite quantité d'eau. Au liquide porté à l'ébullition, on ajoute du chlorate de potasse par petites pincées, jusqu'à ce que toute partie soluble ait disparu, et que la coloration rouge de la solution soit remplacée par une coloration jaune clair. La liqueur est alors évaporée au bain de sable jusqu'à cristallisation. Il se forme des cristaux blancs qui peuvent être lavés à l'alcool, puis à l'eau froide pour entraîner l'acide chlorhydrique et le chlorure de potassium en excès.

» La solution aqueuse de ce corps précipite par le nitrate d'argent, et la quantité de chlore trouvée ainsi directement par précipitation a été de 10,89 pour 100.

» En faisant réagir sur les acides chloranilique et bromanilique les hypochlorites neutres, Hantzsch [1] a obtenu des cétoacides halogénés pentaméthyléniques de la forme $CO^2H-COH\langle\begin{matrix}CHX-CO\\ \quad\quad\ \vert\\ CX^2\ -CO\end{matrix}$, dont les deux carbonyles voisins sont démontrés par l'azine que donne l'*o*-toluylènediamine. Ces acides pentaméthyléniques se transforment, sous l'influence des agents d'oxydation, en tricétotrihalogénopentaméthylène, par perte d'acide carbonique et d'hydrogène à l'état d'eau : $CO\langle\begin{matrix}CHX-CO\\ \quad\quad\ \vert\\ CX^2\ -CO\end{matrix}$. Les trois fonctions cétoniques du nouveau corps sont mises en évidence par l'action de la phénylhydrazine, qui donne une trihydrazone, et de l'*o*-toluylènediamine qui donne une azine.

» Les résultats analytiques précédents correspondent à la formule d'un chlorhydrate de pyridyltrichlorotricétopentaméthylène :

$$HCl-C^5H^4Az-CCl\langle\begin{matrix}CO-CCl^2\\ \quad\quad\ \vert\\ CO-CO\end{matrix}\qquad (P.M.=329).$$

» Le produit est en cristaux blancs, solubles dans l'eau bouillante, notablement solubles dans l'eau froide; il se dissout également dans l'alcool absolu.

» Une goutte d'une solution de ce corps, versée dans une solution de potasse de densité 1,33, donne une coloration bleue très intense, qui disparaît lentement. La coloration disparaît presque immédiatement si l'on étend d'eau. Durant le cours de ces opérations, on perçoit toujours l'odeur de la pyridine, indice d'une décomposition.

» J'ai pu montrer, au moyen de la phénylhydrazine et de l'*o*-toluylènediamine, que c'était là un dérivé tricétonique à deux carbonyles voisins.

» Une solution de chlorhydrate de phénylhydrazine additionnée d'acétate de sodium, puis ajoutée à une solution aqueuse du sel chlorhydrique précédent, devient d'abord jaune et se trouble lentement par production d'un précipité rouge cristallin. Sous l'influence de la chaleur, la réaction s'effectue plus rapidement. Le corps qui prend naissance se réunit en une masse huileuse, qui ne tarde pas à se solidifier entièrement. Après lavage à l'acide acétique étendu et dessiccation, il a donné à l'analyse :

Chlore, 10,07; Azote, 19,98 pour 100,

---

[1] *Berichte*, t. XXI, p. 2421.

qui correspond à la constitution d'une pyridylhydrazyldichloropentaméthylènetrihydrazone

```
                  Az — AzH.C6H5
                  ||
                /C — CCl2
C5H4Az — C<       |
           \    \C — C = Az — AzHC6H5
            \        ||
          AzH        Az
           |          |
       C6H5AzH       AzH.C6H5
```

laquelle contiendrait :

Chlore, 11,19; Azote, 19,87 pour 100.

C'est un produit brun à peu près insoluble dans l'eau froide, facilement soluble dans l'alcool avec une coloration rouge.

» La même opération faite avec une solution de chlorhydrate d'*o*-toluylènediamine en présence d'acétate de sodium donne lentement à froid, plus rapidement à chaud, un précipité jaune brun cristallin dont la teneur en chlore et azote est de 15,17 et 15,11 pour 100 correspondant à la formule

```
                  /        CO  —  CCl2
C5H4Az — C <                        |
         |        \        C   —   C
         AH                ||      ||
         |                 ||      ||
H2Az — C6H3 — CH3Az              Az
                     \          /
                       C6H3 — CH3,
```

qui exige 15,30 de chlore et 15,8 pour 100 d'azote. Cette azine, peu soluble dans l'eau froide, se dissout facilement dans l'acide chlorhydrique concentré, avec coloration verte, que l'eau fait virer au jaune.

» Elle est très soluble dans l'alcool et l'éther acétique, mais très peu soluble dans l'éther ordinaire.

» Ces deux dérivés du corps primitif montrent bien l'existence de trois fonctions cétoniques, dont deux voisines, dans un noyau trichlorotricétopentaméthylénique, analogue à celui que Hantzsch a obtenu dans l'oxydation des acides chloro et bromaniliques.

» Le chlorhydrate de pyridyltrichlorotricétopentaméthylène permet de faire le choix entre les deux formules possibles, pour représenter les dérivés provenant de l'action des bases pyridiques sur les quinones tétrahalogénées :

$$C^5H^4Az - C^6Cl^2O^2 - OH \qquad \text{ou} \qquad HO - C^5H^2Az = C^6Cl^2O^2.$$

» Seule, la première concorde avec la formation des dérivés précédents. Le noyau pyridique est donc lié par un seul carbone au noyau quinonique,

et l'oxhydryle contenu dans ces dérivés ne peut dès lors se trouver que dans ce noyau. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le* Dorstenia Klaineana, *lierre du Gabon, et sur la composition chimique de sa racine comparée à celle du* Dorstenia Brasiliensis *Lam.* Note de MM. **Heckel** et **F. Schlagdenhauffen**, présentée par M. A. Haller.

« Sous les noms indigènes d'*Ilondo*, en langage mpongué, et *Enzèmezi* en pahouin, on connaît au Gabon un arbrisseau assez communément répandu dans notre possession africaine et que M. Pierre a nommé *Dorstenia Klaineana*. Il vit le long de certains cours d'eau et y est recherché par les femmes indigènes, qui en emploient la racine très agréablement parfumée pour en faire des colliers qu'elles portent au cou. Cette racine, assez développée en longueur ($0^m,25$ à $0^m,50$), mesure 3^{cm} à 4^{cm} d'épaisseur au maximum; elle est assez ramifiée, quoique présentant toujours une partie pivotante qui domine. Elle est pourvue d'une écorce couleur rouge-brique et exhale une forte odeur de coumarine, qui la différencie nettement de celle des *Dorstenia Contrayerra* L. et *Brasiliensis* Lam., qui constituent des médicaments officinaux bien connus et d'origine américaine. Cette odeur est concentrée dans l'écorce de la racine, le bois en est dépourvu ou à peu près. L'écorce de la tige est très peu odorante. Le végétal, qui ne mesure, au total, guère plus de $0^m,40$ à $0^m,50$ de haut, porte des feuilles alternes et longuement pétiolées (4^{cm} à 5^{cm}); à leur aisselle naissent les inflorescences, qui sont enfouies dans un support commun sous forme de lame étroite, bordée et terminée en pointe très allongée et subulée au sommet, tandis qu'à la base cette même pointe est très courte.

» Les feuilles présentent cette particularité remarquable, que les cellules épidermiques pourvues de chlorophylle sont à parois très sinueuses et fortement engrenées les unes dans les autres: sur les deux faces, les stomates sont placés au milieu d'une de ces cellules. L'examen microscopique de l'écorce montre, dans la racine, des cellules plus grosses que les autres et pourvues d'un contenu qui se colore à la teinture d'orcanette: ces cellules, plus nombreuses de beaucoup dans l'écorce de la racine que dans celle de la tige, paraissent être le lieu de la localisation du principe odorant de la racine. Dans la tige, la zone scléreuse est, comme dans la racine, très étroite et formée d'éléments isolés ou groupés par trois ou quatre.

» L'analyse chimique de la racine d'*Ilondo*, faite par les procédés habituels, a donné les résultats suivants :

» 1° L'extrait pétroléique est incolore; il laisse déposer de fines aiguilles à odeur de *coumarine*, purifiables par cristallisations répétées. Leur composition peut être représentée par la formule $C^{12}H^5O^3$. Nous faisons toutefois des réserves sur ce point à cause de la petite quantité de cristaux que nous avons pu obtenir. Le nouveau composé fond à 180°; nous lui donnons, en attendant que sa formule rationnelle soit établie, le nom de *pseudocoumarine*.

» 2° L'extrait chloroformique est rouge-acajou, mélange de résines diverses dont la particularité consiste en une production de coloration cochenille intense sous l'influence des vapeurs de brome. Le liquide ne présente pas de bandes d'absorption.

» 3° L'extrait alcoolique est rouge brun. Il est constitué également par un mélange de résines et renferme en outre du tannin. Il est presque insoluble dans l'eau.

» 4° Quand on traite par l'eau la poudre primitive ou celle qui a été épuisée par les véhicules successifs, la matière s'empâte considérablement en raison de la grande quantité d'amidon contenue dans la moelle très développée de la racine. Nous n'avons pas séparé dans notre analyse les matières amylacées et sucrées de la cellulose et du ligneux à raison du peu d'importance de ces principes dans l'étude qui nous occupe.

» Par comparaison, nous croyons devoir donner l'analyse de la racine de *Dorstenia Brasiliensis* Lam., qui n'est pas connue jusqu'ici. Les mêmes modes de traitement ont été employés pour cette racine officinale.

» 1° Les cristaux extraits par l'éther de pétrole purent être purifiés par des cristallisations successives dans l'alcool. Ils fondent à 189° et peuvent être caractérisés par les réactions suivantes : *acide sulfurique pur*, coloration jaune d'or; *acide sulfurique et acide sélénieux*, coloration brun foncé; *acide sulfurique et acide iodique*, couleur jaune d'or, puis violet et enfin bleu ; *acide sulfurique et bichromate*, coloration violette comme pour la strychnine, puis teinte bleue très marquée; la teinte violacée est assez fugace. Le brome en vapeurs ne produit rien dans les solutions alcoolique ou chloroformique, mais, aussitôt qu'il y a mélange d'un peu de matière colorante jaune, on voit se produire la coloration cochenille signalée dans l'extrait chloroformique d'*Ilondo*. Si la matière résineuse qui les souille est considérable, la teinte produite par le brome est bleu vert.

» 2° La matière résineuse soluble dans le chloroforme est de même composition que celle extraite du *Dorstenia Klaineana*. Les phénomènes de coloration sont identiques dans les deux cas, en présence des mêmes réactifs.

» 3° La solution alcoolique présente la même teinte, un peu plus rouge vineux cependant que la solution correspondante dans l'*Ilondo*. Cette solution évaporée, réduite à l'état d'extrait, fournit un résidu peu soluble dans l'eau et constitué par des phlobaphènes et des résines.

» 4° L'énorme quantité de sels fixes, produit de l'incinération, est composée, comme dans le cas du *Dorstenia Klaineana*, de chaux, de fer en majeure partie, d'un peu de phosphates et de beaucoup de sulfates, sans traces de chlorures. Ces cendres

ne sont pas fusibles et se rapprochent par conséquent de leurs congénères de l'*Ilondo* par ce caractère.

» 5° La somme de matières ligneuses, cellulosiques, sucrées et amylacées, est de beaucoup moindre que celles contenues dans la première racine (*Ilondo*). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Composition des hydrates de carbone de réserve de l'albumen des graines de quelques Liliacées et en particulier du Petit Houx.* Note de M. **Georges Dubat**.

« Continuant les recherches effectuées par M. Bourquelot et ses élèves sur les albumens cornés en général, j'ai étudié les hydrates de carbone de réserve contenus dans les graines de plusieurs plantes appartenant à la famille des Liliacées.

» Ces graines ayant fourni des résultats très analogues, il me suffira, pour en donner une idée, de relater ici ce que j'ai constaté avec l'une d'elles, celle du Petit Houx.

» Le Petit Houx (*Ruscus aculeatus* L.), arbuste de la tribu des Asparagées, possède des graines de la grosseur d'un pois, constituées surtout par un volumineux albumen corné entourant un très petit embryon; un tégument membraneux et pâle, peu adhérent, forme l'enveloppe extérieure.

» Ces graines, par suite de la nature de leur albumen, ne se gonflent pas dans l'eau comme les graines à albumen corné mucilagineux; aussi les méthodes d'extraction des hydrates de carbone par l'acétate de plomb, ou par la soude, n'ont-elles pu fournir de résultats satisfaisants.

» Le deuxième procédé, cependant, qui consiste à dissoudre l'hydrate de carbone dans de l'eau additionnée d'une forte proportion de lessive de soude, et à le précipiter ensuite par l'alcool, a donné assez de produit pour qu'on pût l'essorer, le sécher et le peser. C'est ainsi que 100^{gr} de graines ont fourni 6^{gr} à 7^{gr} d'une matière assez colorée, qui a donné à l'hydrolyse environ 60 pour 100 de son poids de sucre réducteur. Ce dernier sucre était, en grande partie, formé par du mannose.

» On s'est donc trouvé dans l'obligation d'opérer par hydrolyse directe sur la graine entière, pour connaître la composition exacte des matériaux de réserve.

» Les graines, broyées au moulin et séchées à l'air, renfermaient 9,88 pour 100 d'eau; épuisées par l'éther, elles ont abandonné 0,97 pour 100 de matières grasses; traitées par de l'eau acidulée à différentes concentrations et à des températures plus ou moins élevées, elles ont fourni des solutions renfermant une plus ou moins grande quantité de sucre réducteur.

» *Recherche du saccharose.* — En raison de ce fait, que les hydrates de carbone qui renferment du lévulose dans leur molécule abandonnent très facilement ce sucre sous l'influence de faibles agents d'hydrolyse, on a d'abord traité les graines épuisées par l'éther, par 10 fois leur poids d'eau acidulée à 0,30 d'acide sulfurique pour 100,

pendant une demi-heure au bain-marie. On a ainsi obtenu $13^{gr},616$ de sucres réducteurs (calculés en sucre interverti) pour 100^{gr} de graines.

» Ces sucres renfermaient bien du lévulose; il a été possible, en effet, de séparer une certaine quantité de ce dernier à l'état de lévulosate de chaux. Il y avait donc lieu de supposer l'existence du saccharose dans la graine; le meilleur moyen de s'en assurer était de chercher à l'obtenir cristallisé.

» On y est arrivé en épuisant les graines par de l'alcool à 80° bouillant; la solution alcoolique obtenue a été évaporée en consistance de sirop épais; on a repris par un faible volume d'alcool à 95° bouillant, et additionné d'un peu d'éther, mais en ayant soin de faire couler ce dernier à la surface seulement de la liqueur alcoolique. Au bout de quelques jours, on a vu des cristaux apparaître sur les parois du flacon.

» Ces cristaux, séchés dans le vide sulfurique, avaient un pouvoir rotatoire $\alpha_D = +61°,47$ et $\alpha_D = 66°,4$ après purification; on avait donc bien affaire à du saccharose.

» Ce sucre paraît d'ailleurs exister d'une façon générale, en quantité variable, dans les graines des Liliacées. Tout au moins ai-je pu en démontrer la présence dans les graines de Muguet, d'Oignon blanc, de Poireau, de Cévadille et d'Asphodèle. J'ai eu recours, pour le rechercher, au procédé à l'invertine récemment indiqué par M. Bourquelot (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 690, 28 octobre 1901).

» *Étude des autres hydrates de carbone.* — Les graines, débarrassées de saccharose par l'alcool bouillant, ont été soumises : 1° à l'action de l'eau contenant 4 pour 100 d'acide sulfurique; 2° au traitement Braconnot-Flechsig.

» Par l'hydrolyse avec l'eau acidulée à 4 pour 100, on a obtenu pour 100^{gr} de graines, $40^{gr},90$ de sucres réducteurs (calculés en glucose), dont $21^{gr},36$, c'est-à-dire environ 52 pour 100, ont pu être caractérisés comme mannose (précipitation par l'acétate de phénylhydrazine).

» Par la méthode Braconnot-Flechsig appliquée au résidu, on a eu encore $13^{gr},57$ de sucres réducteurs, dont $5^{gr},83$ de mannose.

» Ainsi donc 100^{gr} de graines ont fourni, par ces diverses hydrolyses, $68^{gr},08$ de sucres réducteurs, dont $13^{gr},616$ de sucre interverti et $27^{gr},19$ de mannose; si, au lieu de soumettre les graines à des agents hydrolysants de plus en plus énergiques, on fait agir directement l'acide sulfurique à 75 pour 100, on obtient des résultats analogues :

» On a laissé en contact pendant vingt-quatre heures, 20^{gr} de graines pulvérisées grossièrement et séchées à l'air avec $21^{gr},50$ d'acide sulfurique à 75 pour 100; on a agité avec 387^{cc} d'eau distillée, de façon à avoir de l'eau acidulée à 4 pour 100, et l'on a porté à l'autoclave à 110° pendant une heure et demie; on a obtenu $13^{gr},97$ de sucre réducteur, soit $69^{gr},85$ pour 100^{gr} de graines, dont $27^{gr},92$ de mannose.

» On voit donc que le résultat final est le même dans les deux cas, ce qui prouve que le mannose, tout au moins, résiste intégralement à l'acide sulfurique.

» Dans toutes ces hydrolyses, la recherche du galactose, effectuée suivant la méthode ordinaire par oxydation à l'aide de l'acide azotique, a donné des résultats négatifs.

» On a dosé les pentoses par la méthode au furfurol de Gunther et Tollens : 100^{gr} de graines n'ont fourni que $0^{gr},68$ de pentoses.

» Restait à savoir quelle était la nature des 27^{gr} de sucre non caractérisé jusqu'ici. Il semble déjà, à l'examen des pouvoirs rotatoires des liqueurs d'hydrolyse, que ce

sucre soit du glucose. D'autre part, si, dans les liqueurs d'hydrolyse obtenues avec des graines préalablement débarrassées du saccharose par l'alcool à 80° bouillant, on précipite tout le mannose à l'état de mannosehydrazone, il reste un sucre qui donne à chaud, avec un excès de phénylhydrazine, une osazone dont le point de fusion 200°, après correction, est voisin de celui de l'osazone du glucose.

» En résumé, les graines du Petit Houx ont donné à l'hydrolyse, pour 100gr, 69gr,85 de sucres réducteurs, ainsi composés :

	gr
Mannose	27,92
Glucose?	27,64
Sucre interverti	13,61
Pentoses	0,68

» Ces sucres proviennent des hydrates de carbone de réserve, qui sont donc formés de saccharose, de mannanes, de dextranes et d'une petite quantité de pentosanes. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la composition des blés durs et sur la constitution physique de leur gluten.* Note de M. E. **Fleurent**, présentée par M. Schlœsing.

« Dans le courant de l'année 1899, j'ai publié au *Bulletin du Ministère de l'Agriculture* (¹) un long Mémoire contenant les résultats des recherches poursuivies, en collaboration avec mon regretté maître Aimé Girard, sur la valeur industrielle des blés tendres français et étrangers. Ce travail appelait, comme complément, l'étude des blés durs que l'agriculture et le commerce étrangers offrent à la meunerie française : ce sont les principales observations recueillies qui font l'objet de la présente Note.

» On sait que Marseille est le grand centre d'arrivage et de mouture des blés durs destinés à notre consommation et à notre commerce d'exportation. En général, ces blés ont comme pays d'origine la Russie méridionale, l'Algérie, ainsi que la Tunisie. Depuis quelque temps, cependant, on y voit offrir, par le commerce américain, un blé du Canada qui contient un mélange de 25 à 30 pour 100 de blé tendre ou métadin. Les blés durs dont la composition est donnée ci-dessous ont été choisis parmi les bons types commerciaux par M. Agelasto, président du Syndicat des Mino-

(¹) *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, 1899; n° 6.

tiers et Semouliers de Marseille, pour les variétés de Russie et d'Afrique, et par M. le Consul général des États-Unis pour la variété *Canadian goose wheat*. Ils appartiennent à la récolte de 1900. Les produits parvenus à mon laboratoire ont été, après nettoyage et avant tout essai, mélangés par mes soins, de manière à constituer des échantillons moyens.

» L'analyse en a été poursuivie par la méthode préconisée par Aimé Girard et par moi-même, et je donne ici les chiffres relatifs à la composition des blés entiers, réservant pour un Mémoire plus détaillé les résultats concernant la farine à 70 pour 100 d'extraction et les bas produits et issues à 30 pour 100 de refus.

		Blé de Russie (Taganrog).	Blé d'Afrique.	Canadian goose wheat.
Poids moyen d'un grain		0,032	0,048	0,037
Constitution du grain.	Amande	84,95	84,99	84,94
	Germe	2,00	1,50	2,05
	Enveloppes	13,05	13,51	13,01

Composition du blé entier.

		Blé de Russie (Taganrog).	Blé d'Afrique.	Canadian goose wheat.
Eau		11,42	11,34	11,36
Matières azotées	Gluten	14,76	11,00	10,88
	solubles (diastases, etc.).	2,25	1,82	1,67
	ligneuses de l'enveloppe	1,92	1,90	1,91
Amidon		51,15	55,05	54,55
Matières grasses		1,18	1,93	2,70
Hydrates de carbone solubles	Sucres	2,14	2,68	2,18
	Galactine	0,65	0,46	0,75
	autres de l'enveloppe	1,76	2,19	1,90
Celluloses		9,73	9,40	9,21
Matières minérales		1,56	1,42	1,35
Inconnu et perte		1,48	0,80	1,54
Total		100,00	100,00	100,00

» De ce Tableau on peut tirer les conclusions générales suivantes :

» 1° Les blés durs contiennent au moins 2,5 pour 100 d'albumen de plus que les blés tendres, dans lesquels la proportion atteint seulement en moyenne 82,50 pour 100;

» 2° Ils sont plus riches en gluten que les plus riches des blés tendres; sous ce rapport, le blé de Taganrog est particulièrement remarquable, et cela explique la réputation dont il jouit auprès des meuniers.

» 3° Ainsi que je l'ai déjà fait remarquer pour les blés tendres, ici encore on retrouve les observations suivantes : d'une part, la somme du

gluten et de l'amidon est un nombre constant égal à 65; d'autre part, la somme des sucres et des matières azotées solubles est également constante et égale à 5, supérieure de 1,5 pour 100 à celle observée pour les blés tendres ramenés à 12,5 pour 100 d'eau. Ceux-ci, en effet, contiennent de 1 à 1,7 pour 100 de sucre en moins que les blés durs. Les chiffres que je viens d'indiquer sont légèrement inférieurs pour le *Canadian goose wheat*, mais cette infériorité peut se calculer mathématiquement en tenant compte des 25 à 30 pour 100 des grains tendres ou métadins que ce blé contient. Dans tous les cas, ces observations sont générales pour tous les blés et permettent d'avoir, sur la formation de leur albumen, des idées particulières sur lesquelles j'ai l'intention de revenir.

» 4° Lorsqu'on dose, d'une part au moyen du densimètre que j'ai construit à cet effet ([1]), d'autre part en employant la méthode pondérale que j'ai décrite antérieurement ([2]), les proportions de gliadine contenue dans les farines de blé dur, on s'aperçoit que les résultats ne sont pas concordants. Il n'y a pas lieu de s'en étonner, puisque le densimètre est établi sur les données sensiblement fixes des farines de blés tendres, qui contiennent de 1,5 à 2 pour 100 de matières solubles en moins que les farines de blé dur. Si cependant on fait la correction relative à ces matières solubles (sucres pour la presque totalité), on trouve encore, par le densimètre, une quantité de gliadine inférieure de 10 à 15 pour 100 à celle trouvée par la méthode pondérale. J'ai cherché la raison de cette anomalie et je l'ai trouvée dans la présence, parmi les constituants du gluten des blés durs, d'une forte quantité de cette conglutine dont j'ai indiqué jadis ([3]) les propriétés et qui ne forme que 1 pour 100 environ du gluten des blés tendres. C'est ainsi que la composition du gluten de la farine de blé de Taganrog a été trouvée, pour 100 : gliadine 46,45, gluténine 37,89, conglutine 15,66.

» Le gluten des blés durs est donc une source importante de conglutine. Sa composition physique explique sa ténacité particulière, son manque absolu d'élasticité qui donne au produit obtenu par pétrissage une dureté caractéristique. Nous trouvons encore dans ce fait l'explication de la desti-

---

([1]) *Étude d'un densimètre destiné à la détermination de la valeur boulangère des farines de blé tendre* (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1421).

([2]) *Annales agronomiques de M. Grandeau*, 2e série, 4e année, 1898, t. I. — *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 327 et 754.

([3]) *Annales agronomiques*, 2e série, 4e année, 1898, t. I.

nation toute spéciale des farines de blé dur : on sait, en effet, qu'elles ne servent qu'exceptionnellement à faire un mauvais pain et qu'elles sont surtout utilisées à la fabrication des diverses pâtes alimentaires. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les modifications que subit l'hémoglobine du sang sous l'influence de la dépression atmosphérique*. Note de M. **J. Vallot**, présentée par M. Cailletet.

« J'ai entrepris, en 1899, une série d'expériences dans le but d'étudier les modifications que subit l'hémoglobine sous l'influence de la dépression atmosphérique, dans l'habitation des lieux élevés.

» Antérieurement, M. le Dr Hénocque, à l'aide de sa méthode hémato-spectroscopique, avait trouvé à la Tour Eiffel une diminution de la *durée de la réduction* de l'hémoglobine, à laquelle correspondait une augmentation de l'*activité de la réduction*. C'est grâce à ses conseils que j'ai pu employer sa méthode dans les conditions extrêmes qui promettaient de faire ressortir plus vivement les résultats.

» J'ai étudié les phénomènes dans les circonstances suivantes : 1° dépression atmosphérique avec montée fatigante; 2° mal de montagne; 3° acclimatement par séjour à grande altitude; 4° recompression par la descente; 5° dépression atmosphérique sans fatigue.

» Les quatre premiers cas ont été étudiés à mon observatoire du mont Blanc, sur moi, en même temps que sur quatre observateurs venus pour des expériences personnelles et qui ont bien voulu se prêter à mes observations. Le sang a été examiné sur le vivant à travers la lunule de l'ongle. Le résultat de la dépression sans fatigue a été observé seulement sur moi, au cours de trois ascensions en ballon en 1900.

» Les sujets ont séjourné à l'observatoire, à 4350^{m} d'altitude, pendant douze jours de suite en 1899, et seize jours en 1900, non compris le premier jour de l'ascension, où l'on n'atteint que l'altitude de 3000^{m}.

» La quantité d'hémoglobine s'est montrée très peu variable. Elle a paru diminuer d'une unité pendant le mal de montagne, puis revenir à la normale ou la dépasser d'une unité seulement.

» Les observations ont été faites quotidiennement. Je les résumerai dans le Tableau suivant, où l'on trouvera les principaux chiffres de la *durée* et de l'*activité* de la réduction.

1899.	Durée de la réduction V.	G.	L.	J.	C.	Moyenne.
A Chamonix, avant le départ.......	80	72	65	»	»	72
Au mont Blanc, à l'arrivée.........	90	»	»	»	»	»
» au bout de 1 jour..	100	80	80	83	»	86
» » 3 jours.	57	62	60	77	»	64
» » 6 jours.	48	50	67	48	»	53
» » 10 jours.	49	52	52	55	»	52
A Chamonix, le lendemain du retour, après 12 jours au mont Blanc.....	75	82	»	75	»	77
1900.						
A Chamonix, avant le départ.......	75	80	97	63	»	79
Au mont Blanc, au bout de 1 jour..	105	90	95	86	75	90
» » 4 jours.	37	43	43	38	45	41
» » 12 jours.	28	30	42	»	35	34
A Chamonix, le lendemain du retour, après 16 jours au mont Blanc.....	45	»	58	»	45	49
A Chamonix, 3 jours après le retour.	75	»	33	»	53	64

» Les résultats ont été analogues dans les deux séries. L'ascension avec fatigue n'a pas semblé tout d'abord produire de changement notable, mais, pendant le mal de montagne, dont nous souffrions le deuxième jour, la durée de la réduction a augmenté sensiblement.

» L'acclimatement, survenu au bout de deux jours, a fait diminuer ensuite cette durée, d'abord brusquement, puis progressivement jusqu'à la réduire presque de moitié. Après la descente, le retour du sang aux conditions normales s'est effectué rapidement après la première expédition et progressivement après la seconde, qui avait été plus longue.

» L'*activité* de la réduction est à peu près inverse de la *durée*, la quantité d'hémoglobine ayant été peu variable.

» Les résultats que j'ai obtenus en ballon sont beaucoup moins nombreux. Le Tableau suivant renferme les principaux. La quantité d'hémoglobine n'a été mesurée qu'une fois, la grande luminosité de l'espace en rendant la détermination peu sûre.

	Hémoglobine.	Durée de la réduction.	Activité de la réduction.
Chiffres habituels, à Paris............	12,5	80	0,84
12 mai 1900, à 3000^{m} d'altitude........	12,5	51	1,24
25 juin 1900, à 2500^{m}.................	»	60	1,07
8 novembre 1900, à 1100^{m}...........	»	52	1,26
8 novembre 1900, à 4650^{m}...........	»	32	1,94

» On voit que, en ballon, la durée de la réduction diminue avec une grande rapidité à mesure qu'on s'élève, contrairement à ce qui se passe en montagne.

» Voici les conclusions que je tirerai de ces expériences : la raréfaction dans l'air produit sur l'homme une augmentation immédiate de l'activité des échanges, destinée à compenser la diminution de l'oxygène. La fatigue s'oppose à cette augmentation d'activité bienfaisante, et, poussée jusqu'à l'épuisement, produit même la diminution de cette activité qui accompagne le mal de montagne. Mais le repos prolongé à une grande altitude est favorable au rétablissement des fonctions physiologiques ; l'activité des échanges augmente alors et ne s'arrête qu'à un taux assez élevé pour produire l'acclimatement. Enfin, à la descente, le retour à la normale semble ne se produire que dans un temps d'autant plus long que le séjour aux grandes altitudes a été plus prolongé et l'acclimatement plus complet. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Les phénomènes physiques et chimiques de la respiration à différentes altitudes, pendant une ascension en ballon.* Note de MM. **J. Tissot** et **Hallion**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les expériences dont il va être question ont été effectuées à bord du ballon l'*Éros*, dirigé par M. le comte Castillon de Saint-Victor, le 21 novembre dernier. Elles ont porté à la fois :

» 1° Sur les phénomènes chimiques et physiques de la respiration aux différentes altitudes ;

» 2° Sur la teneur du sang en gaz aux différentes altitudes ;

» 3° Sur la mesure de la pression artérielle.

» Ces expériences présentaient d'assez grandes difficultés techniques pour être exécutées avec précision. Nous croyons avoir surmonté, tout au moins en grande partie, ces difficultés et avoir opéré dans des conditions qui donnent à nos expériences la même garantie d'exactitude que si elles avaient été effectuées en totalité dans le laboratoire même.

» Nous ne communiquerons aujourd'hui que les expériences de la première série.

» Deux expériences de détermination des coefficients respiratoires aux différentes altitudes ont été faites sur nous-mêmes. Comme nous étions certains d'avance que, pour de nombreuses raisons, des mesures gazeuses seraient impossibles à effectuer exactement dans le ballon, nous avions emporté des sacs de caoutchouc dans lesquels

nous avions enfermé la totalité de l'air expiré pendant une minute à différentes altitudes.

» Cet air était d'abord recueilli dans une vessie à l'aide de l'appareil nasal décrit par M. Chauveau et l'un de nous dans une Note récente, et par la méthode décrite dans le *Traité de Physique biologique*. Un échantillon de cet air était pris immédiatement sur le mercure, puis le restant du gaz était transvasé dans un sac de caoutchouc par une méthode très simple et très rapide qu'il serait oiseux de décrire ici.

» A notre rentrée au laboratoire, le contenu des sacs a été immédiatement mesuré à une température et à une pression que nous connaissions exactement, c'est-à-dire dans des conditions parfaites. Nous étions naturellement à jeun tous deux, c'est-à-dire que nous n'avions pris aucun aliment depuis la veille à 5h du soir, à part un peu de café sans sucre avant le départ à 7h du matin.

» Connaissant le volume à 0° et 760mm de l'air expiré pendant une minute à différentes altitudes, volume que nous appellerons *débit respiratoire réel*, rien ne nous était plus facile que de calculer le *débit respiratoire apparent*, c'est-à-dire le volume réel occupé par la même masse gazeuse à l'altitude ou à la pression barométrique et à la température du milieu dans lequel le sujet respirait au moment même où a été faite la prise d'air expiré.

» Voici le Tableau des résultats obtenus :

	Temps.	Altitude.	Intensité absolue des échanges. CO^2 exhalé.	Intensité absolue des échanges. O^2 absorbé.	Intensité relative des échanges d'après CO^2+O^2.	Débit respiratoire réel.	Composition de l'air expiré pour 100. CO^2 exhalé.	Composition de l'air expiré pour 100. O^2 absorbé.	Débit respiratoire apparent.	Quotient respiratoire.	Pression barométrique.	Température.
Tissot.	11h30'	Niveau du sol au départ	307	337	1	lit 9,485	3,24	3,52	lit 10,140	0,92	0,760	+9°
	12. 5	1350m	329	381	1,1	7,907	4,16	4,81	10,830	0,86	0,638	+4
	1.17	2600m	276	313	0,915	5,787	4,77	5,4	8,000	0,88	0,546	0
	2. 6	3450m	298	350	1	5,675	5,26	6,16	8,600	0,85	0,493	−2
	3.15	Niveau du sol au retour	328	367	1,08	10,113	3,24	3,63	10,805	0,89	0,760	+8
Hallion.	11.35	Niveau du sol au départ	290	311	1	8,633	3,36	3,6	9,225	0,93	0,760	+9
	12.25	1700m	260	288	0,91	6,947	3,73	4,13	8,679	0,90	0,611	+3
	2.25	3500m	272	343	1,02	5,680	5,12	6,46	8,740	0,79	0,490	−2

» Ce tableau donne des renseignements très précis sur ce qui se passe jusqu'à l'altitude de 3500m, les sujets étant au repos. Nous en pouvons tirer les conclusions suivantes :

» 1° La quantité absolue d'air qui entre dans le poumon par minute, mesurée à 0° et 760mm (débit respiratoire réel), diminue considérablement lorsque l'altitude augmente.

» 2° Les altérations de l'air expiré augmentent à mesure que l'altitude s'accroît. La proportion d'oxygène absorbée et d'acide carbonique exhalée pour 100 dans l'air expiré s'accroît à mesure qu'on s'élève. Ce fait indique

que le sang prend toujours dans l'air à peu près la même quantité absolue d'oxygène par minute, mais que, le trouvant dans cet air à une tension de plus en plus faible, il doit, pour maintenir constante la quantité qui lui est nécessaire, en prendre une proportion de plus en plus forte pour 100^{cc} d'air; la colonne *Intensité absolue des échanges* par minute, montrant l'égalité sensible de cette intensité à toutes les altitudes, donne la preuve de ce fait.

» Ainsi donc se rétablit l'équilibre que l'on aurait pu croire rompu par l'examen seul du *débit respiratoire réel*.

» 3° L'intensité absolue des échanges respiratoires mesurée pendant une minute reste la même à toutes les altitudes (jusqu'à 3500^{m} tout au moins). Ce fait résulte des deux propositions précédentes.

» 4° Le *débit respiratoire* apparent, c'est-à-dire mesuré à la pression barométrique et à la température du milieu dans lequel le sujet respire, varie peu ou a une tendance à diminuer dans les deux expériences, mais surtout chez l'un de nous lorsque l'altitude s'accroît. En tout cas, il est certain qu'il n'augmente pas.

» 5° La colonne *Quotient respiratoire* montre que ce quotient a varié en sens inverse de la marche qu'il aurait dû suivre si l'acide carbonique exhalé obéissait aux lois de la dissolution des gaz. Donc, jusqu'à 3500^{m} d'altitude, l'exhalaison de CO^2 par le poumon n'est pas influencée par les variations de la pression barométrique et, par suite, échappe aux lois de la dissolution des gaz.

» Ce fait est confirmé par l'analyse des gaz du sang, qui fera l'objet d'une Note spéciale. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles recherches sur la dissociation de l'hémoglobine oxycarbonée*. Note de M. **N. Gréhant**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Comme suite au travail que j'ai publié dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, le 4 mars 1901, je me suis proposé de faire une série d'expériences comparatives sur la dissociation de l'hémoglobine oxycarbonée après un empoisonnement partiel produit chez le chien par un mélange d'air et d'oxyde de carbone à 1 pour 100 et pendant la première heure qui suit l'empoisonnement. Ces recherches ont été très laborieuses, car elles ont exigé chaque fois l'extraction des gaz de six échantillons de sang pris à de courts intervalles de temps, de dix en dix minutes. Pour

pouvoir réaliser mes dosages, j'ai fait préparer six ballons récipients qui ont été vidés d'air, d'abord par la trompe hydraulique de Golaz, puis par ma pompe à mercure; un manchon plein d'eau fixé sur le col et autour du robinet de chaque ballon maintenait parfaitement le vide. On avait introduit d'abord dans les récipients 20^{cc} d'acide phosphorique trihydraté servant à dégager l'oxyde de carbone fixé par le sang.

» *Dispositif de l'expérience.* — On compose d'abord dans un gazomètre de laiton à rainure un mélange de 100^{lit} d'air renfermant exactement 1^{lit} d'oxyde de carbone pur.

» On fait respirer ce mélange à un chien pendant douze à quinze minutes et, juste à la fin de la dernière minute, on aspire dans une artère fémorale 16^{cc} de sang qui est injecté dans le premier récipient; dix minutes après, deuxième prise de sang qui est injecté dans le deuxième récipient, et ainsi de suite.

» Les gaz sont extraits des six échantillons avec la même pompe à mercure; on absorbe l'acide carbonique par la potasse et l'on dose l'oxyde de carbone dans mon grisoumètre à eau.

TABLEAU DES RÉSULTATS.

Respiration de l'air pur :

» 100^{cc} de sang renfermaient en oxyde de carbone :

Après 12 minutes d'empoisonnement.	10 min. après.	20 min.	30 min.	40 min.	50 min.
$14^{cc},7$	$14^{cc},6$	$14^{cc},5$	$12^{cc},8$	$11^{cc},4$	$10^{cc},2$

Respiration de l'oxygène :

» 100^{cc} de sang renfermaient en oxyde de carbone :

Après 15 minutes d'empoisonnement.	10 min. après.	20 min.	30 min.	40 min.	50 min.
$23^{cc},7$	$16^{cc},9$	$10^{cc},1$	$8^{cc},2$	$5^{cc},7$	$4^{cc},2$

» La comparaison de ces chiffres montre que, dans les vingt premières minutes après l'empoisonnement, l'animal respirant de l'air pur, le chiffre de l'oxyde de carbone dans le sang reste presque constant; la courbe construite présente un plateau, puis elle descend lentement vers la ligne des abscisses. L'animal respirant de l'oxygène, il y a une chute rapide de la courbe qui coupe la précédente et qui se rapproche beaucoup plus vite de la ligne des abscisses.

» Les résultats que j'ai obtenus sont absolument différents selon que l'on fait respirer à l'animal de l'oxygène ou de l'air pur, ce qui confirme et complète mon précédent travail. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur l'effet des piqûres du* Latrodectus 13-guttatus *Rossi, ou Malmignatte*. Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les *Latrodectus 13-guttatus* Rossi sont des Aranéides de la famille des *Theridiidæ* caractérisés par la présence de treize taches d'un rouge plus ou moins foncé placées sur l'abdomen. Ces Arachnides possèdent des glandes à venin très volumineuses, situées de chaque côté et à la face dorsale du céphalo-thorax et qui vont s'ouvrir à l'extrémité des chélicères. La piqûre de ces animaux est considérée dans certains pays, la Corse entre autres, comme très dangereuse et parfois même mortelle. Pourtant, d'après de nombreuses observations que nous avons pu faire sur nous-même et sur bon nombre d'Insectes, il résulte :

» 1° Que ces piqûres ne sont nullement mortelles pour l'homme et les gros animaux, comme on le croit communément;

» 2° Qu'elles produisent sur certains Insectes, Mouches, Coléoptères, Orthoptères, une sorte de paralysie suivie rapidement de mort;

» 3° Que des piqûres faites au poignet et au bras par les Malmignattes n'amènent qu'une légère inflammation, suivie de fortes démangeaisons, mais n'offrant jamais le moindre caractère de gravité.

» Les *glandes à venin*, ou mieux les glandes des chélicères des *Latrodectus* sont volumineuses et présentent la forme de sacs blanchâtres et allongés. Elles sont généralement rectilignes, mais présentent parfois une légère courbure à leur extrémité postérieure. Placées de chaque côté de la région antérieure du céphalo-thorax, elles offrent à peu près sur tout leur trajet le même diamètre, jusqu'à la base des chélicères. Il est même difficile de constater l'existence d'un véritable réservoir cylindrique, analogue à celui qui existe pour les glandes salivaires de certains Orthoptères et la cavité de l'organe doit, sans doute, tenir lieu de réservoir à venin. Pourtant, vers l'extrémité antérieure, en arrière des chélicères, la glande présente une sorte de dilatation fusiforme dont la structure histologique n'offre aucun caractère particulier, et il est possible que cette sorte de léger renflement soit un vestige de réceptacle à venin.

» Les caractères extérieurs de la glande venimeuse changent presque brusquement au moment de sa pénétration dans l'intérieur des chélicères; son diamètre diminue et ses parois deviennent beaucoup plus minces. C'est cette partie de l'organe qu'on peut désigner sous le nom de *canal excréteur*. Ce dernier traverse l'article basilaire un peu excentriquement et est entouré par de gros faisceaux musculaires qui s'insèrent, d'une part à l'extrémité antérieure du céphalo-thorax et, de l'autre, un peu en arrière de l'articulation de la pince. Le conduit se rétrécit peu à peu, devient filiforme, pénètre ans le crochet ou pince et ne s'arrête que vers son tiers antérieur. Le venin suit

ensuite un petit canalicule creusé dans l'axe de la pince et sort, à l'extérieur, par un petit orifice ovale.

» La structure histologique de ces glandes présente à considérer quatre assises qui sont, à partir de l'extérieur: une membrane péritonéale ou membrane enveloppante, de nature conjonctive; une puissante couche musculaire formée par de gros faisceaux à direction légèrement spiralée; une membrane basilaire ou membrane de support et enfin une puissante assise épithéliale, constituée par de hautes cellules cylindriques glandulaires.

» Le *venin* est sécrété en abondance par la glande et présente une coloration d'un blanc mat. La sécrétion s'effectue par intermittence et se produit surtout quand on excite l'animal.

» C'est ce venin qui produit, dit-on, dans certains pays, des accidents très graves et parfois même mortels. Ainsi, certains observateurs disent avoir constaté, à la suite de certaines piqûres, une sorte d'engourdissement dans le membre atteint, un tremblement général, des nausées, des vomissements, parfois même des mouvements convulsifs et du délire. Des cas de mort ont été même signalés; mais alors les observateurs attribuent ces cas, excessivement rares du reste, au traitement plutôt qu'à la morsure. Par contre, d'autres auteurs (Lucas, E. Simon) qui ont fréquemment rencontré des *Latrodectus* au cours de leurs voyages, n'ont constaté aucun mauvais effet produit par leurs piqûres.

» Nous avons eu l'occasion, à plusieurs reprises, pendant les mois de juillet et d'août 1901, d'observer sur nous-même l'action des piqûres du *Latrodectus* 13-*guttatus*. Ces piqûres ont été faites à l'éminence thénar et à la face inférieure du poignet. Voici, en résumé, ce que nous avons constaté :

» Rougeur et légère tuméfaction sur une étendue de 2^{cmq} à 3^{cmq}; le sommet de la tuméfaction présentait un petit point dur et noirâtre indiquant l'endroit où avait été effectuée la piqûre; gêne dans les mouvements des doigts; raideur dans les petites articulations et principalement dans celles du poignet; engourdissement de la face palmaire; démangeaison très vive autour des points tuméfiés; douleur lancinante au début, mais diminuant peu à peu et disparaissant au bout de quelques heures pour reparaître ensuite par intervalles. Pas de phénomènes généraux; la phlegmasie était nettement circonscrite. Cet état, sans aucune gravité, a duré trois jours, au bout desquels tous les phénomènes inflammatoires disparurent peu à peu. La tuméfaction elle-même se réduisit rapidement et il ne resta, en définitive, qu'une petite dépression punctiforme entourée d'un étroit liseré rougeâtre. Le tout disparut au bout d'une semaine, sans laisser la moindre trace.

» Nous avons renouvelé plusieurs fois les piqûres et il nous est même arrivé, dans le courant du mois d'août, de nous faire piquer simultanément

à la main et au poignet par des Malmignattes conservées en captivité dans des boîtes, et jamais nous n'avons constaté de phénomènes généraux de la gravité de ceux signalés par certains auteurs qui parlent de cas mortels. Tout s'est borné à des accidents purement locaux et sans importance.

» Les effets produits sur les Insectes par les piqûres du *Latrodectus* sont autrement graves et amènent toujours la mort. Nous avons expérimenté sur des Mouches, des Grillons, des Locustes, certains Coléoptères (Staphylins) et nous avons toujours constaté que ces piqûres étaient constamment suivies d'immobilité, d'engourdissement, d'insensibilité et finalement de mort au bout d'un temps relativement court. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence des intoxications des générateurs sur les tares des rejetons (dystrophie osseuse). Lésions tuberculiformes sans microbe* ([1]). Note de MM. **A. Charrin** et **Gabriel Delamare**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Dans plusieurs séries de longues recherches, l'un de nous ([2]) a montré que, si l'on soumet des générateurs, mâles et femelles, à des intoxications, en particulier à des intoxications d'origine microbienne, on peut observer dans la descendance des anomalies de différents ordres (avortement, mortinatalité, nanisme, rachitisme, malformations diverses, etc.). Il est clair, comme nous l'avons déjà fait remarquer ailleurs, que la production de ces anomalies n'est pas fatale; tantôt on les observe avec une fréquence relative; tantôt, au contraire, il est nécessaire de poursuivre de nombreux essais avant d'enregistrer quelques-unes de ces tares. En tout cas, dans l'ensemble, ces désordres paraissent beaucoup plus communs chez ces rejetons d'ascendants influencés par des poisons que chez les animaux issus de souche normale.

» Dans ces derniers temps, la réalisation d'expériences variées nous a conduits à injecter à des lapines, soit des produits bactériens, soit des diastases digestives : chez certains de leurs descendants, nous avons constaté des lésions assez curieuses que nous n'avions pas encore rencontrées.

» Dans la portée de l'une de ces lapines, imprégnée par des toxines pyocyaniques et de minimes quantités de trypsine, nous avons vu figurer une femelle offrant plusieurs

---

([1]) Travail du Laboratoire de Médecine expérimentale de l'École des Hautes Études (Collège de France).

([2]) Voir Charrin et Gley, *Soc. Biol.*, 1891. *Acad. Sci.*, 1893. *Arch. Phys.*, 1894.

malformations. — Au point de vue du poids, cette femelle a eu un développement sensiblement régulier, mais elle s'est toujours montrée très irritable, exécutant des bonds considérables quand on voulait la saisir ou simplement la toucher : pourtant son appareil locomoteur était loin d'être normal. — Une courbure considérable à concavité interne, portant sur le radius et sur le cubitus, déformait d'une égale façon les deux membres antérieurs. — L'examen du membre postérieur gauche, ainsi que l'autopsie a permis de le vérifier, n'a révélé aucune anomalie appréciable. Par contre, l'autre membre postérieur était complètement défectueux; le genou, fortement en adduction, se trouvait rapproché de la ligne médiane; la cuisse formait avec la jambe un angle obtus ouvert en dehors, attitude rappelant nettement celle qu'on observe chez des enfants atteints de luxation congénitale de la hanche. — Les mouvements de flexion et d'extension des articulations coxo-fémorale et tibio-tarsienne étaient restreints; la dissection a fait reconnaître que le ligament rond permettait à la tête fémorale de s'écarter un peu trop de la cavité cotyloïde; de plus, cette dissection a révélé que l'os de la cuisse présentait, de dehors en dedans et suivant son grand axe, une torsion évidente, de telle sorte qu'au niveau du genou la grande surface du condyle externe était placée en avant, alors que la trochlée intercondylienne, qui aurait dû occuper cette position antérieure, regardait en dedans. — La partie droite du bassin, en vertu d'une déviation de la colonne vertébrale, dans sa terminaison sacrococcygienne et d'une sorte d'inclinaison de ce bassin vers ce côté droit, se trouvait sensiblement plus réduite. — Ajoutons que, vus par transparence, les omoplates ou la ceinture osseuse du pelvis apparaissent beaucoup plus minces, plus grêles, que ces os examinés chez une lapine de même âge : il existe une véritable dystrophie.

Une seconde lapine, soumise à des injections de produits [1] fabriqués par le bacille de la tuberculose, a donné naissance à sept rejetons qui, tous, se sont développés avec une extrême lenteur : à cinq mois, leur poids oscillait entre 450gr et 600gr, tandis que, normalement, il aurait dû atteindre 1200 et au delà. — Cinq de ces lapins n'ont offert d'autre trouble que cette lenteur d'évolution. En revanche, l'attitude du membre postérieur droit du sixième et du septième rappelait exactement, par ses défectuosités, les malformations constatées chez la précédente femelle. — L'autopsie nous a, d'ailleurs, prouvé que les fémurs de ce côté droit présentaient uue torsion de dehors en dedans; placés sur leur face antérieure, ces os, incapables de garder l'équilibre, se penchaient immédiatement sur leur partie externe. Entre le grand et le petit trochanter, en arrière, alors que, normalement, il existe une surface sensiblement plane, sur ces fémurs droits cette surface est remplacée par une dépression : de plus, leur tête, très légèrement atrophiée, est moins régulièrement hémisphérique. — Chez un de ces animaux, la cavité cotyloïde droite est plus évasée et un peu moins profonde que la cavité normale.

» Une autre portée de cette même lapine, intoxiquée par les produits du bacille de la tuberculose, comprenait 6 petits, dont la croissance s'est également montrée insuffisante. — Dans les poumons de l'un de ces petits, alors que l'autopsie ne nous a révélé aucune détérioration dans les viscères des cinq autres, nous avons découvert des îlots

---

(1) Les produits, solubles dans l'éther, nous ont été donnés par M. Auclaire; nous le remercions.

nodulaires, blanchâtres, parfaitement séparés, assez nombreux et pouvant être pris, à un examen superficiel, pour des tubercules. Toutefois la recherche des bacilles de la tuberculose soit par la coloration des tissus, sur les coupes, soit par l'inoculation au cobaye, est demeurée complètement négative. L'étude histologique de ces lésions nous a, du reste, appris qu'il s'agissait d'une sorte de bronchopneumonie à foyers constitués avant tout par des leucocytes, comportant quelques grains arrondis, extrêmement rares, pouvant être pris pour des microbes venus de l'extérieur; mais, nulle part, on ne décelait de bactéries quelconques en voie de prolifération. Çà et là, nous avons aperçu de petites zones à centre nécrosé, entourées de cellules rondes, zones rappelant la structure du tubercule; çà et là encore, quelques formations ressemblaient à des cellules géantes.

» Ces constatations, rapprochées de celles d'Auclaire et de Marcantonio, nous ont paru importantes. Jusqu'à ce jour, en matière de tuberculose ou de pseudotuberculose, on n'avait réussi à produire ces foyers granuleux qu'en injectant des microbes vivants ou des corps étrangers. Dans nos observations, au contraire, s'il existe une relation de cause à effet (affirmation difficile à soutenir d'une manière absolue tant qu'on n'aura pas recueilli de nouvelles données) entre les altérations enregistrées et les poisons injectés, on voit que des substances amorphes sont elles aussi capables d'engendrer des lésions constituées par des zones nettement distinctes, simulant d'une façon plus ou moins exacte ces apparences nodulaires, tuberculiformes.

» L'étude de ces faits nouveaux montre qu'en soumettant les générateurs à diverses intoxications, plus spécialement à des intoxications d'ordre bactérien, on a chance de reproduire chez les descendants des anomalies de plus en plus variées, dont quelques-unes rappellent exactement les désordres qu'on rencontre en pathologie humaine. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur deux maladies non décrites des feuilles de Chrysanthèmes*. Note de M. **H. Joffrin**, présentée par M. Prillieux.

« Depuis plusieurs années, les Chrysanthèmes sont attaqués par une maladie dont le caractère épidémique avait été remarqué par les horticulteurs, auxquels elle cause parfois des dommages sensibles. Ce sont presque exclusivement les plantes de serres qui sont atteintes. Les feuilles brunissent, meurent rapidement et tombent. Parfois même, mais plus rarement, le capitule se dessèche et se flétrit avant de s'épanouir; dans d'autres cas, la tige est déformée et arrêtée dans son développement. Je dois dire que, cette année, je n'ai pas observé ces deux derniers sym-

ptômes : les études que j'ai eu l'occasion de faire n'ont porté que sur les feuilles.

» Sur les nombreuses feuilles de Chrysanthèmes malades, envoyées à la Station de Pathologie végétale, j'ai pu reconnaître deux affections différentes. Un examen superficiel pourrait les faire confondre l'une et l'autre, car toutes deux aboutissent à une flétrissure partielle ou totale et à la chute de la feuille. Mais une observation attentive permet de reconnaître des caractères différentiels très nets, et l'étude au microscope montre que ces affections sont l'une de nature vermiculaire, l'autre d'origine cryptogamique.

» La maladie vermiculaire des Chrysanthèmes se présente avec les caractères suivants :

» La feuille *ne jaunit pas*. Au milieu du parenchyme vert apparaissent des taches brunes dès le début, à contours d'abord irréguliers. Ces taches s'accroissent peu à peu et s'étendent vers la base de la feuille, *en restant limitées par les nervures*. Sur toute la surface attaquée, la teinte brune est à peu près uniforme, la feuille paraît plus épaisse au toucher, durcit et devient cassante; elle est presque toujours recroquevillée.

» Les premières feuilles attaquées sont celles de la base, et le mal gagne de proche en proche les feuilles supérieures.

» Au microscope, on voit que, dans la tache, la chlorophylle a disparu et que les cellules sont remplies de substances brunâtres, produits d'altération du contenu cellulaire. Le tissu lacunaire surtout, et parfois aussi le tissu en palissade renferment de très grands méats qu'on n'observe pas dans les parties saines. Près de la nervure et limitant la tache, apparaît un cloisonnement très net de cellules.

» Dans les méats situés au bord de la tache, on trouve le parasite. C'est un *Nématode* du genre *Tylenchus*. Il semble habiter le plus fréquemment, et peut-être uniquement, la partie périphérique de la lésion et le parenchyme voisin, en apparence encore vert, mais où la brunissure est cependant déjà visible par transparence.

» Dans les feuilles tachées encore adhérentes à la tige, j'ai toujours trouvé ces anguillules, mais en nombre relativement peu considérable et, dans tous les cas, seulement à l'état larvaire. Au contraire, les individus sont nombreux et souvent à l'état adulte dans les feuilles tombées.

» Comment se produit la propagation du parasite, par où pénètre-t-il dans la plante? Je n'ai pas encore pu résoudre ces questions. Des expériences d'infection que j'ai entreprises me donneront peut-être des renseignements à ce sujet. Il semble cependant que la multiplication par bouture soit une des causes qui favorisent le plus le développement du mal.

» Quoi qu'il en soit, la présence *constante* du *Tylenchus* dans toutes les feuilles qui présentent les caractères décrits plus haut, feuilles de prove-

nances les plus diverses, me permet d'affirmer que ce Nématode est bien la cause de la maladie. Dès maintenant, on peut recommander comme traitements le choix de boutures sur des plantes indemnes, l'enlèvement et la destruction par le feu de toutes les feuilles qui présentent des taches brunes, même lorsque ces taches n'apparaissent que par transparence.

» Dans la maladie cryptogamique, la feuille de Chrysanthème commence par jaunir à partir des bords. Ces taches jaunes s'étendent vers l'intérieur et prennent une coloration de plus en plus foncée. C'est à ce moment que l'on pourrait les confondre avec les taches de la maladie précédente. Toutefois il n'existe pas la dessiccation caractéristique de celle-ci, et la tache reste molle au toucher, sauf en quelques points où apparaissent des macules *à contours nets,* subcirculaires, de couleur noire.

» La coupe transversale de la feuille montre un mycelium hyalin, abondant dans les tissus de la tache, avec des fructifications localisées dans les macules noires. Ces fructifications permettent de ranger le champignon dans le genre *Septoria*. Les conceptacles, de forme assez variable, renferment des spores ayant 60^{μ} à 70^{μ} de longueur et $2^{\mu},5$ à 3^{μ} de largeur. Ce champignon ne se rapporte à aucune espèce décrite jusqu'ici. Je propose de lui donner le nom de *Septoria varians* nov. sp., à cause des modifications de forme que présentent les périthèces.

» Cette seconde maladie ne semble pas causer autant de dommages que la maladie vermiculaire et ne paraît s'attaquer qu'aux feuilles déjà languissantes. Toutefois il était intéressant de la signaler, à cause de la ressemblance de ses caractères extérieurs et de ceux de la précédente avec laquelle il importe de ne pas la confondre, surtout au point de vue de la recherche des traitements.

» Disons enfin que l'une et l'autre de ces maladies doivent être distinguées également des lésions dues à la gelée. Dans ce cas, la feuille ne présente ni l'aspect corné caractéristique de la maladie vermiculaire, ni les macules noires de la maladie cryptogamique. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'existence d'un principe toxique pour le Poirier, dans les baies, les graines et les plantules du Gui.* Note de M. **Émile Laurent**, présentée par M. Duclaux.

« La germination des graines du Gui sur des rameaux de certaines variétés de Poirier (Williams, Joséphine de Malines...) en détermine la mort au milieu de l'été. Il en est de même, d'après Jean Chalon, chez le *Spartium junceum* et le *Ficus elastica*.

» Dans le cas du Poirier, les parenchymes corticaux sont tués et se

contractent, souvent même à plusieurs centimètres du point d'inoculation. A l'intérieur des vaisseaux, il y a production de bouchons gommeux qui empêchent le passage de la sève, ce qui explique la brusque dessiccation des jeunes rameaux pendant les journées les plus chaudes de l'été.

» A la suite de cette nécrose de l'écorce, la jeune plantule qui l'a provoquée, sans même avoir pénétré dans l'écorce, se dessèche et meurt. Le Poirier se trouve ainsi préservé contre le développement du Gui par une véritable autotomie. Les variétés qui présentent cette particularité sont immunes, tandis que les autres sont prédisposées au parasitisme de cette espèce parasite.

» Au mois de mai dernier, j'ai eu l'occasion de faire un certain nombre d'observations sur la localisation et les propriétés du principe toxique des baies. J'en avais une abondante provision provenant d'un Pommier; beaucoup d'embryons commençaient à poindre au dehors des graines.

» Un certain nombre de baies ont été débarrassées de leurs graines, afin de savoir si le poison se trouve dans celles-ci ou dans la pulpe qui les entoure.

» Les semences furent partagées en trois lots : l'un fut chauffé à 100° pendant cinq minutes; un autre resta à l'autoclave pendant le même temps; enfin le troisième ne fut pas chauffé et, seul des trois, il contenait des embryons vivants.

» La pulpe fut aussi divisée en trois parts, traitées de même façon que les trois lots de semences.

» Enfin, on fit encore trois lots de baies pourvues de leurs graines, et on les traita comme les deux séries de lots précédentes.

» Il y avait donc : 1° des baies intactes, des graines isolées et de la pulpe non chauffées; 2° les mêmes matières chauffées à 100°; puis 3° à 120°.

» Le tout a été déposé sur l'écorce des nombreuses branches d'un poirier Joséphine de Malines, cultivé en plein jardin, et l'on a noté soigneusement la nature des matières appliquées sur chaque branche.

» A la mi-juin, pendant les premiers jours de la grande chaleur, les branches inoculées avec les baies intactes et celles avec les graines isolées non tuées se sont fanées, et les feuilles se sont complètement desséchées. L'écorce était tuée et contractée au voisinage des baies et des graines, et les vaisseaux du bois étaient injectés de matière gommeuse.

» Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer qu'une seule plantule de Gui suffit à tuer une branche de poirier âgée de plusieurs années. Pourtant la trompe ne pénètre pas dans l'écorce, mais son extrémité s'applique avec une certaine force contre l'épiderme, à la façon d'une ventouse minuscule. On doit donc admettre la diffusion du poison provenant de la petite plantule au travers des tissus superficiels. Les faits suivants vont nous en convaincre.

» Les branches inoculées avec des baies privées de graines, mais non chauffées, se sont partiellement fanées dans les premiers jours de juillet; au contact de la pulpe desséchée, l'écorce était morte, et les feuilles voisines se sont desséchées.

» Quelques jours plus tard, c'était le tour des branches inoculées avec des baies intactes, des graines isolées et de la pulpe chauffée à 100°.

» A la fin de juillet, les mêmes phénomènes de dessiccation apparaissaient sur les branches dont l'écorce portait des baies, des graines ou de la pulpe chauffées à 120°.

» Dans tous ces cas, la nécrose de l'écorce était beaucoup moins étendue qu'au contact des plantules germées; elle était localisée au voisinage immédiat des restes des fruits et des graines mortes, ce qui témoigne ou de la rareté du poison (pulpe privée de graines), ou de son atténuation par le chauffage à 100° et plus encore à 120°.

» La toxine du Gui existe donc en plus grande quantité dans les plantules en germination; vers le 15 mai, il y en a aussi dans la pulpe des baies; sans doute, elle est sécrétée par les embryons en germination et diffusée dans la pulpe.

» Les essais d'extraction déjà tentés sans succès seront répétés, ainsi que des essais d'injection de sucs provenant de baies et de graines à des tissus végétaux. »

HYDROLOGIE. — *Les phénomènes de capture des cours d'eau superficiels par les cours d'eau souterrains, dans les régions calcaires.* Note de M. E. **Fournier**, présentée par M. Michel Lévy.

« Le récent incendie des usines Pernod à Pontarlier ([1]), en venant confirmer l'opinion émise par moi depuis plusieurs années ([2]), au sujet de la communication entre les pertes du Doubs et la résurgence de la Loue, vient d'attirer de nouveau l'attention des géologues et des géographes sur cette question, encore si peu connue, des phénomènes de capture des cours d'eau souterrains.

» Dans la présente étude, je me propose non seulement de donner quelques détails complémentaires sur l'origine de la source de la Loue mais encore de signaler, dans d'autres régions, des points où des phénomènes de capture analogues se produisent de nos jours, ou se sont produits d'une manière indubitable pendant la période pleistocène.

» *Origines de la source de la Loue.* — Il est établi aujourd'hui d'une façon certaine que, depuis Pontarlier jusqu'aux environs de Remonot, le lit du Doubs présente

([1]) Voir la Note de M. Berthelot, *Comptes rendus*, 19 août 1901.

([2]) Voir *Ann. de Géographie*, t. IX, n° 45, p. 225, et *Mém. Spél.*, t. IV, n° 24, p. 20 (38).

de nombreuses diaclases dans lesquelles s'infiltrent une grande partie de ses eaux, à tel point que par les grandes sécheresses le Doubs se trouve complètement dépourvu d'eau entre Arçon et Maisons-du-Bois.

» M. Gresset, conducteur des Ponts et Chaussées, avait démontré dès 1874 (1), au moyen du sel de cuisine, qu'une grande partie des eaux qui se perdaient près d'Arçon se retrouvaient trente heures plus tard à Remonot, au moulin Vremot; mais, contrairement à ce que l'on a avancé récemment, *aucune expérience de coloration à la fluorescéine* n'a été faite ni par moi ni par d'autres pour élucider la question de la communication des pertes du Doubs avec la Loue. Pour ma part, j'ai toujours considéré cette communication comme tellement certaine que je jugeais cette coûteuse expérience inutile.

» Le déversement de l'absinthe Pernod dans le Doubs vient de confirmer ma manière de voir et complète les expériences de M. Gresset, qui avaient été négatives pour la Loue; on peut donc aujourd'hui conclure *que les eaux qui se perdent dans les diaclases du lit du Doubs en aval de Pontarlier se divisent en deux parties : l'une, qui est de beaucoup la plus considérable, est restituée au Doubs près de Remonot; l'autre contribue à alimenter la Loue.*

» Mais cette portion des eaux perdues du Doubs qui se retrouvent à la Loue serait bien loin de justifier à elle seule le débit considérable de cette rivière à sa source; aussi avons-nous été amené à rechercher quels étaient les autres facteurs contribuant à son alimentation. Or il existe précisément entre Pontarlier et la source de la Loue, près du village de Chaffois, un gouffre connu sous le nom de puits de Jardelle (2), qui mesure une profondeur verticale d'environ 120^m. Avec le concours de plusieurs habitants de Pontarlier et de Chaffois, j'y ai organisé une exploration : deux de mes élèves, MM. Mansion et Meynier, qui sont parvenus à atteindre le fond du gouffre, y ont constaté la présence d'un ruisseau débitant environ 350^{lit} à la seconde; c'est dans ce ruisseau qu'a été effectuée l'expérience de coloration à la fluorescéine qui n'a pas donné de résultat à la source de la Loue, parce que la quantité de matière colorante employée était trop faible, étant donnée la distance à laquelle on se trouve de la source et le débit considérable du cours d'eau. Néanmoins nous sommes arrivés, par des considérations géologiques que nous exposerons dans un travail ultérieur, à la conclusion que le ruisseau de Jardelle se rendait directement à la source de la Loue; de plus, nous avons pu démontrer aussi qu'il s'alimentait en grande partie dans les pertes du lit du Drugeon, affluent superficiel du Doubs. Enfin, les recherches hydrologiques que j'ai effectuées dans le bassin d'Arc-sous-Cicon m'ont amené à cette conclusion qu'une grande partie des eaux de ce bassin étaient aussi drainées au profit de la Loue souterraine.

---

(1) GRESSET, *Mémoire sur un projet d'aménagement des eaux du lac de Saint-Point en vue d'assurer l'alimentation des usines situées sur la rivière du Doubs.* Besançon, Jacquin, 1874.

(2) Entre le puits de Jardelle et la Loue existent une série d'effondrements jalonnant le cours souterrain.

» *En résumé, les eaux de la source de la Loue ont donc une triple origine : 1° pertes du Doubs; 2° pertes du Drugeon donnant naissance au ruisseau souterrain de Gardelle; 3° Drainage du bassin fermé d'Arc-sous-Cicon.* De plus, cette source nous présente un exemple très remarquable d'un double captage de rivières superficielles (Doubs et Drugeon) en train de s'effectuer sous nos yeux au profit d'une rivière souterraine (la Loue).

» *Autres exemples du même phénomène.* — Je ne ferai que signaler très brièvement quelques autres exemples :

» La Furieuse (Jura) présente depuis quelques années, dans la partie supérieure de son lit, des pertes qui sont drainées par les ruisseaux souterrains de la Chatelaine.

» J'ai déjà exposé dans un précédent Mémoire (¹) comment le Doubs supérieur, jadis affluent du Rhin, avait été capturé sur l'emplacement de la cluse de Pont-de-Raide par une rivière jadis en partie souterraine, aujourd'hui surperficielle.

» Un des exemples les plus nets est celui de l'ancien ruisseau de la Combe-Froide, entre la Chatelaine et Besain (Jura). Ce ruisseau, affluent quaternaire de l'Ain, a laissé sur le plateau de nombreux dépôts d'alluvions. Son lit est aujourd'hui représenté par une vallée sèche, son cours supérieur ayant été capturé par les cours d'eau souterrains de la Chatelaine, sur l'emplacement du bief de Corne.

» Les environs de Levier, de Dournon, de Gevresin, nous offrent encore des exemples analogues.

» Dans la région des Causses, j'ai eu aussi récemment l'occasion de signaler des exemples du même phénomène.

» On peut donc affirmer aujourd'hui que, dans les régions calcaires, le phénomène de capture des cours d'eau superficiels par les cours d'eau souterrains est beaucoup plus général qu'on n'aurait pu le supposer *a priori*, et qu'il a parfois joué un rôle considérable dans l'évolution des réseaux hydrographiques. Ce phénomène contribue pour une large part à activer le desséchement progressif des hauts plateaux calcaires, qui sont ainsi fatalement destinés à se transformer en *causses* déboisés et incultes.

» Le phénomène de creusement des cañons semble aussi avoir eu souvent pour point de départ un captage par un cours souterrain devenu, par la suite, subaérien par décollement progressif et éboulement des voûtes : le creusement de certains cañons aurait donc commencé par leur partie inférieure. »

(¹) *Ann. de Géographie* (*loc. cit.*)

GÉOLOGIE. — *Sur les trois séries cristallophylliennes des Alpes occidentales.* Note de M. **Pierre Termier**, présentée par M. Michel Lévy.

« Nous savons aujourd'hui qu'il existe, dans les Alpes occidentales, trois séries cristallophylliennes, d'âges très différents :

» A. Une série *antéhouillère*, comprenant les micaschistes et les gneiss de la chaîne de Belledonne, des Grandes-Rousses, du Mercantour, du Pelvoux, du Mont-Blanc, des Alpes Bernoises;

» B. Une série dont la partie haute est certainement *permienne*, et qui, tout entière, est probablement permo-carbonifère : micaschistes et gneiss de la Vanoise, du Mont-Pourri, du Ruitor, du Val-Grisanche; *Casanna Schiefer* de Gerlach; micaschistes et gneiss du Petit-Mont-Cenis, du Grand-Paradis, du Mont-Rose, d'Antigorio, de la partie basse des vallées piémontaises (Maira, Varaita, Pô, Pellice, Chisone, les deux Doire, etc.);

» C. Une série *mésozoïque* (dont le sommet est probablement *éocène*) comprenant les *schistes lustrés* et les diverses roches cristallines qui s'y intercalent (micaschistes, gneiss, amphibolites, etc.).

» Les trois séries, surtout A et C, contiennent des amas, parfois immenses, de roches massives (Pelvoux, Mont-Blanc, Mont-Viso, zone dioritique d'Ivrée, etc.). Abstraction faite de ces roches massives, tous les termes, dans les trois séries, sont certainement des sédiments transformés.

» Les roches de la série A ont fourni les éléments des grès et conglomérats stéphaniens. On ne sait rien de plus sur leur âge, et l'on n'a jamais vu le substratum de cette série. Elle renferme, localement, quelques assises à peine métamorphiques (schistes noirs de Belledonne et du Pelvoux), des cipolins, et même des poudingues où les galets sont de micaschiste et de gneiss, c'est-à-dire empruntés à *une série plus ancienne qui n'affleure nulle part*. Il y a de nombreux amas de granite (protogine), autour desquels les phénomènes de contact sont souvent à peu près nuls, comme si le métamorphisme et la *gneissification* des strates avaient précédé la *mise en place* de la roche massive. Il y a aussi quelques roches vertes (gabbros, péridotites). Dans le sud de Belledonne, il semble y avoir une relation étroite entre ces roches intrusives et la cristallinité des assises.

» J'ai montré, en 1891, que la série B, dans la Vanoise, est permienne (¹), et qu'elle repose sur les grès à anthracite. M. Marcel Bertrand

(¹) Il y a quarante ans que l'ingénieur Lachat a signalé, dans les Alpes, du Permien et du Houiller métamorphiques; trente ans que M. Suess a admis l'âge permien d'une

a fait voir ensuite (1894) que cette série se prolonge en Tarentaise et en Italie, et qu'elle englobe peu à peu le Houiller. J'ai indiqué à mon tour (1895) que les gneiss œillés du Grand-Paradis ne doivent point être séparés des gneiss permo-carbonifères du Val-Grisanche. Les recherches de MM. Franchi, Novarese et Stella, ont récemment confirmé toutes les prévisions de M. Bertrand et toutes les miennes. A l'est de la Vanoise, le substratum de la série B est inconnu. Elle supporte, en exacte concordance, tantôt le Trias briançonnais, lui-même plus ou moins métamorphique, tantôt la série C. En France, la série B ne renferme pas de roches massives. En Italie, il y a de vastes régions dépourvues de roches massives (Grand-Paradis), et d'autres où les diorites abondent (Ivrée, Chisone, Val-Savaranche, etc.).

» La série C est formée de calcschistes à séricite, rutile, ilménite et quartz, de calcaires plus ou moins cristallins, de schistes siliceux; et elle comprend aussi des micaschistes, gneiss et amphibolites, et d'innombrables amas de roches vertes. Le substratum est, soit le Trias briançonnais, soit la série B. Le métamorphisme est inégal ([1]). J'ai dit, dans une Note précédente, que la production des gneiss, micaschistes et amphibolites, et même la cristallinité générale, me semblent liées, comme deux effets d'une même cause, à l'intrusion des roches vertes.

» Le métamorphisme de ces trois complexes n'est certainement pas dû à la déformation mécanique. Ce n'est point un *dynamo-métamorphisme;* et je proposerais volontiers de supprimer ce mot, car les actions dynamiques *déforment* souvent, mais ne *transforment* que bien rarement, et de façon toute locale. Il y a d'ailleurs de vastes régions des Alpes qui semblent être restées tranquilles et n'avoir subi ni écrasement, ni laminage, et où, cependant, les terrains sont très métamorphiques (sud de Belledonne, Grand-Paradis); et, dans d'autres, les terrains sont laminés et *corroyés*, sans avoir pris de métamorphisme appréciable (Briançonnais).

» On peut faire appel au *recuit en profondeur, sans apport plutonien.* C'est ce que j'ai proposé en 1891 pour la Vanoise et en 1895 pour le Grand-Paradis. Mais alors, pour expliquer la richesse des assises en alcalis

---

partie des *Casanna Schiefer*. MM. Zaccagna et Mattirolo ont montré la grande extension de ce facies métamorphique. Mais c'est dans la Vanoise que l'existence de *véritables gneiss permiens* a été pour la première fois démontrée.

([1]) Ce qui a permis à M. Franchi de trouver des fossiles, et de trancher définitivement la question de l'âge de la base de la série.

et en magnésie, il faut admettre une longue intervention *volcanique* (tufs et coulées), *dont il ne resterait aucune trace*.

» Tous les faits que nous connaissons s'accordent mieux avec une hypothèse nettement plutonienne, généralisation, en somme, de celle que M. Michel Lévy a proposée en 1887 pour les très anciennes séries cristallophylliennes (*terrain primitif*). La transformation des sédiments, lit par lit, et la mise en place, entre leurs strates, d'amas de roches massives presque tous dépourvus de cheminées, me paraissent deux effets successifs d'une même cause: la filtration tranquille, *per ascensum*, de vapeurs au travers des assises. En général, les conditions étaient telles qu'au contact des vapeurs les assises n'avaient aucune tendance à fondre. Tout autour des colonnes filtrantes, le métamorphisme s'étalait; vaste tache d'huile, dans le plan des couches, et de façon très inégale suivant la perméabilité. Mais, peu à peu, au cours de leur ascension, les fluides devenaient moins légers, et la filtration se faisait moins facile : et il se formait, çà et là, *dans l'épaisseur du filtre*, des accumulations de magmas liquides, sortes de *laccolites* sans cheminée, grossièrement interstratifiés, de toutes formes et dimensions, remplis eux-mêmes de roches diverses, en fusion aqueuse ou ignée suivant leur nature. Et la nature de ces roches dépendait uniquement des pertes subies, en chaque point, par la colonne filtrante.

» Dans les terrains des Alpes occidentales, il y aurait eu, *au moins*, deux filtrations de ce genre : la première avant le Stéphanien (série A); la deuxième vers la fin de l'Éocène (séries B et C). »

GÉOLOGIE. — *Complément expérimental à l'histoire des* Galets striés. Note de M. Stanislas Meunier.

« J'ai déjà eu l'honneur d'exposer à l'Académie ([1]) les raisons qui me portent à penser que les stries dont sont pourvus les Galets calcaires, enfouis dans les anciennes moraines et dans les dépôts de constitution analogue, ne sont aucunement d'origine glaciaire et résultent des tassements lents, consécutifs à l'exercice de la dénudation souterraine. Cette théorie est confirmée chaque année par des observations nouvelles; j'ai recherché si des auteurs plus ou moins anciens n'y seraient pas arrivés de leur côté. Parmi les indices de ce genre, j'ai remarqué un passage de

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 890; 1894.

M. Falsan, qui, à la page 61 de son Volume sur *la Période glaciaire* (1889), exprime, mais seulement à propos des moraines profondes, une opinion qui mérite d'être rappelée. C'est que « les blocs enfermés dans la moraine » profonde s'émoussent sous l'action combinée du poids et de la marche » du glacier ». Cette boue, suivant l'auteur, renferme assez d'humidité pour former une pâte qui lui rappelle « la poudre d'émeri et la potée » d'étain des marbriers »; elle « renferme des grains de quartz anguleux, » qui agissent comme des burins sur les morceaux de roches qui se » trouvent à leur portée ». Tout cela, comme on voit, serait tout à fait conforme à ce que j'ai dit moi-même, si l'on ne rattachait le tassement au poids du glacier et non pas au poids du terrain lui-même, qui se contracte progressivement sous l'action de la dénudation souterraine. La différence est immense et les cartes géologiques devront s'en ressentir, puisqu'il faudra retirer au domaine du terrain glaciaire de larges surfaces de placages boueux, d'origine tout autre.

» La position de la question étant ainsi bien nette, il est important de préciser les conditions dans lesquelles s'accomplit le burinage; c'est dans ce but que j'ai d'abord étudié avec soin la boue conjonctive des galets, sur des échantillons pris au-dessus du château de Blonay, auprès de Vevey. La matière, traitée par l'acide chlorhydrique, s'est scindée en 66 pour 100 de calcaire argileux et 33,97 de grains insolubles, consistant en quartz, quartzite et schiste. Le sable quartzeux va non seulement procurer les petits burins ci-dessus mentionnés, mais encore la perméabilité permettant à l'eau de circuler dans la masse, comme on le reconnaît au nombre des sources sortant du terrain à toutes les hauteurs. L'eau de ces sources est partout extrêmement incrustante et la soustraction souterraine de calcaire, que cette propriété exige nécessairement, nous révèle la cause même des tassements progressifs d'où résulte la striation.

» Déjà j'ai indiqué (1) des expériences propres à réaliser le striage artificiel des galets, par voie de dénudation souterraine; mais, désireux de donner au résultat son maximum de netteté, j'ai apporté au mode opératoire primitif diverses modifications.

» La pression sous laquelle j'opère étant très faible, comparée à celles qui dans la nature représentent le poids des masses caillouteuses se tassant peu à peu, j'ai d'abord substitué, aux galets calcaires des premiers essais, des objets beaucoup plus faciles à entamer. Après diverses tentatives, je me suis arrêté à des *galets de plâtre* qui,

(1) *La Géologie expérimentale*, p. 115 et suivantes; 1899.

malgré ce qu'on pourrait supposer, sont éminemment propres au but poursuivi. Pour les obtenir facilement avec le degré de poli convenable : je coule du plâtre à mouler très liquide dans des ballons de verre, à panse sphérique ou ellipsoïde (matras d'essayeurs), que je brise avec précaution après la prise. En second lieu, pour réaliser des tassements énergiques et rapides, et pour représenter le calcaire qui dans la nature est dissous lentement par les eaux, je mélange au sable quartzeux, dont les grains doivent agir comme burins, une proportion suffisante d'une poussière soluble dans l'eau. Enfin, je dispose les choses de façon à développer, non seulement un tassement de haut en bas, mais des déplacements obliques à la verticale.

» L'appareil consiste en une caisse rectangulaire en bois, de 40^{cm} de hauteur sur 45^{cm} de longueur et 20^{cm} de largeur. On place à son intérieur, et en contact avec une de ses petites faces verticales, un ou plusieurs coins en bois, de même hauteur qu'elle et qu'on pourra enlever lentement ou brusquement au cours de l'expérience, de façon à provoquer des glissements latéraux. La caisse est remplie d'un mélange d'un volume de sable quartzeux avec deux volumes de gros sel de cuisine. Pendant le remplissage, on dépose dans la masse les galets de plâtre, qu'on protège d'ailleurs de tout frottement étranger à l'expérience en les enveloppant d'une zone de sel humide. Une fois la caisse pleine, on recouvre son contenu d'une planche qu'on surcharge d'un poids de 20^{kg} à 30^{kg}.

» Pour provoquer le glissement, on fait arriver de l'eau au contact du mélange, tantôt sous la forme d'un jet de robinet, ou de pluie d'arrosoir, tantôt par immersion de la caisse dans un réservoir. Le sel se dissout et la matière s'écroule; on retire les coins avec une allure variable d'un cas à l'autre et, pour mettre fin à l'expérience, on n'a qu'à retirer le poids et à ouvrir une porte latérale pour faire écouler lentement le sable sous l'action d'un filet d'eau.

» Les blocs de plâtre, bien lavés, procurent toutes les imitations désirables des stries naturelles. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 DÉCEMBRE 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la connexion des surfaces algébriques.*
Note de M. **H. Poincaré**.

« Une Note importante de M. Picard a récemment attiré de nouveau l'attention sur la question de la connexion des surfaces algébriques. Je crois devoir dire quelques mots de certains résultats que j'ai obtenus sur ce sujet.

» Soit

$$f(x, y, z) = 0 \tag{1}$$

une surface algébrique, à laquelle correspondra une variété fermée V à quatre dimensions.

» M. Picard a démontré que toute surface peut être ramenée, par une transformation birationnelle, soit à une surface de l'espace à cinq dimensions dépourvue de toute singularité, soit à une surface de l'espace ordinaire ne présentant que des *singularités ordinaires,* c'est-à-dire une courbe double et des points triplanaires.

» Nous sommes donc autorisés par là à nous restreindre au cas des surfaces à singularités ordinaires, ce qui est d'autant plus nécessaire que les autres surfaces pourraient présenter des singularités telles que la variété V correspondante présente elle-même un point singulier. Or les théorèmes généraux de l'*Analysis sitûs* n'ont guère été démontrés que pour les variétés sans point singulier et les définitions elles-mêmes deviendraient ambiguës, à moins d'être complétées par de nouvelles conventions.

» Cela posé, rappelons quelques-uns des résultats obtenus par M. Picard. Donnons à y une valeur constante quelconque, l'équation (1) représentera une courbe algébrique $f(x, z) = 0$ de genre p; à cette courbe correspondra une surface de Riemann S sur laquelle on pourra tracer $2p$ cycles distincts

$$\omega_1, \quad \omega_2, \quad \ldots, \quad \omega_{2p}.$$

» Lorsque y variera, la surface de Riemann S et les cycles ω varieront, et quand y aura décrit un lacet autour de l'un des points singuliers

$$A_1, \quad A_2, \quad \ldots, \quad A_q$$

pour lesquels le genre de la courbe $f(x, z) = 0$ s'abaisse, les $2p$ cycles ω se seront transformés en $2p$ combinaisons linéaires (à coefficients entiers) de ces mêmes cycles ω; ils auront subi une transformation linéaire T_i. L'ensemble de ces transformations T_i forme un groupe dont M. Picard a montré l'importance au point de vue qui nous occupe et que j'appellerai *groupe de Picard.*

» Il s'agit de former tous les cycles distincts de la variété V, tant à une qu'à deux ou à trois dimensions. En ce qui concerne les cycles à une dimension, le problème a été entièrement résolu par M. Picard. Notre savant confrère a montré que tous ces cycles peuvent être ramenés aux divers cycles ω d'une des surfaces S, mais que ces cycles ω ne sont pas tous distincts; un quelconque de ces cycles est équivalent à son transformé par l'une des transformations T_i. Si donc on égale chacun des $2p$ cycles ω à son transformé par chacune des q transformations T_i, on obtiendra un système de $2pq$ équations linéaires entre les ω, que j'appellerai le *système* (A).

» Autant ce système (A) aura de solutions *distinctes,* autant la variété V admettra de cycles à une dimension distincts.

» Il semble d'abord qu'il y a des cas où le nombre de ces cycles doive être abaissé; que, pour certains points singuliers A_i, le genre de la surface S s'abaissant, un des cycles de cette surface pourra se réduire à zéro, sans être pour cela la différence entre un des cycles de S et son transformé par la substitution T_i. C'est ce qui arriverait, par exemple, si nous avions deux points singuliers A_1 et A_2, tels que les transformations T_1 et T_2 soient inverses l'une de l'autre; puis que nous fassions varier la surface (1) d'une manière continue, de telle sorte qu'à la limite les deux points A_1 et A_2 se confondent. Alors, pour la surface limite, la transformation du groupe de Picard qui correspondrait au point singulier formé par la réunion de A_1 et A_2 se réduirait à la transformation identique, et cependant certains des cycles de la surface S se réduiraient à zéro quand y viendrait en ce point singulier. Mais cette circonstance ne se présentera jamais pour les surfaces à singularités ordinaires auxquelles nous devons et pouvons nous restreindre. Si elle se présentait pour d'autres surfaces, on pourrait se demander si ces cycles doivent être regardés comme équivalents à zéro; on se trouverait justement dans les cas où les définitions ordinaires deviennent ambiguës, à moins d'être complétées par des conventions nouvelles, et la réponse à la question posée dépendrait des conventions que l'on adopterait.

» En ce qui concerne les cycles à deux dimensions, M. Picard a considéré ceux qui sont engendrés de la façon suivante : Supposons qu'un cycle ω ne soit pas altéré par l'une des transformations θ du groupe de Picard; nous ferons alors décrire à y un contour fermé correspondant à cette transformation θ; le cycle ω variant avec y engendrera un cycle fermé à deux dimensions. Il reste à savoir si tous les cycles ainsi obtenus sont distincts et s'il ne peut y en avoir d'autres.

» Voici les résultats auxquels je suis parvenu à cet égard : il y a des cycles de deux sortes; tous les autres n'en sont que des combinaisons.

» Il y a deux cycles de la première sorte qui sont la surface de Riemann obtenue en donnant à x une valeur constante, et la surface de Riemann obtenue en donnant à y une valeur constante.

» Voici le mode de génération des cycles à deux dimensions de la seconde sorte :

» Soit Ω_i une combinaison linéaire des cycles ω, Ω'_i son transformé par la transformation T_i; si ces combinaisons linéaires sont choisies de telle

sorte que l'on ait

$$(2) \qquad \Omega_1 + \Omega_2 + \ldots + \Omega_q = \Omega'_1 + \Omega'_2 + \ldots + \Omega'_q,$$

on engendrera un cycle de la façon suivante : si nous faisons décrire à y un lacet autour de A_i, en partant du point O et revenant au point O, le cycle Ω_i engendrera une variété W_i à deux dimensions qui ne sera pas fermée, mais qui sera limitée par la position initiale et finale du cycle, c'est-à-dire par le cycle Ω_i^0 de la surface de Riemann correspondant au point O et par son transformé $\Omega_i'^0$. Alors si l'on réunit toutes les variétés W_i, elles se raccorderont à cause de l'identité (2), et leur ensemble formera un cycle à deux dimensions.

» Tous ces cycles ne sont pas distincts. Soit U_0 un cycle quelconque, U_1 son transformé par T_1, U_2 celui de U_1 par T_2, U_3 celui de U_2 par T_3, etc., et enfin $U_q = U_0$ le transformé de U_{q-1} par T_q. Si nous avons alors

$$\Omega_1 = U_0 + V_1, \qquad \Omega_2 = U_1 + V_2, \qquad \ldots, \qquad \Omega_q = U_{q-1} + V_q$$

(V_i étant un cycle quelconque inaltéré par la transformation T_i) et, par conséquent,

$$\Omega'_1 = U_1 + V_1, \qquad \Omega'_2 = U_2 + V_2, \qquad \ldots, \qquad \Omega'_q = U_q + V_q,$$

le cycle à deux dimensions engendré par $\Omega_1, \Omega_2, \ldots, \Omega_q$ sera équivalent à zéro. *Il n'y a pas d'autre cycle équivalent à zéro.* Donc, quand on aura réduit par ce moyen le nombre des cycles à deux dimensions, tous ceux qui resteront seront distincts.

» J'ignore si tous les cycles de la seconde sorte sont des combinaisons de ceux qui correspondraient, d'après M. Picard, à une transformation Θ et à un cycle inaltéré par cette transformation.

» Passons enfin aux cycles à trois dimensions. Soit Ω un cycle de la surface S qui soit *invariant* par rapport au groupe de Picard, c'est-à-dire inaltéré par toutes ses substitutions. Quand on donnera à y toutes les valeurs possibles, ce cycle engendrera un cycle fermé à trois dimensions.

» Il n'y en aura d'ailleurs pas d'autre et tous les cycles ainsi obtenus seront distincts.

» On vérifie que, comme il convient, le nombre des cycles invariants (et par conséquent celui du nombre des cycles à trois dimensions de V) est égal au nombre des solutions distinctes du système (A) (et par conséquent à celui des cycles à une dimension de V).

» On voit que la considération du groupe de Picard suffit pour la détermination des nombres de Betti; elle suffirait également pour la détermination de ce que j'ai appelé les *coefficients de torsion.* »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Études sur le radium;* par M. **Berthelot**.

« J'ai poursuivi les essais chimiques sur le radium, que j'avais entrepris (¹) avec un échantillon confié par M. Curie pour cet objet. Je me suis attaché à la décomposition de l'anhydride iodique I^2O^5 aussi pur que possible, en raison du caractère endothermique de cette décomposition. J'ai examiné deux points, savoir : le rôle de la phosphorescence et l'ordre de grandeur des énergies mises en jeu par l'intervention du nouvel élément. Mes essais ont été exécutés dans une enceinte mise à l'abri de toute introduction de lumière extérieure, aussi complètement que possible.

» J'ai opéré à une température voisine de 10° et à une température de 100°, toujours sous une pression très voisine de la pression atmosphérique et en prolongeant les actions pendant un temps plus ou moins long. Chaque fois, trois essais comparatifs ont été faits avec l'acide iodique, dans des conditions et avec des dispositions aussi semblables que possible, savoir : une expérience à blanc; une expérience en présence d'un tube contenant du radium et susceptible d'agir par sa phosphorescence; enfin, une expérience en présence du même tube entouré de papier noir, afin d'intercepter toute influence attribuable à l'éclairage intérieur de l'enceinte, résultant de la phosphorescence.

» J'ai mis en œuvre un poids de matière active égal à $0^{gr}, 145$, renfermant environ, d'après M. Curie, un huitième de son poids de chlorure de radium, soit un peu moins de 2 centigrammes; le surplus étant du chlorure de baryum. Cette matière était renfermée dans un très petit tube de verre scellé, verre plombeux dans la première série, verre exempt de plomb dans la seconde ; ce tube étant entouré d'un tube mince un peu plus large, lequel était environné d'anhydride iodique blanc (4 à 5 grammes).

» Les trois tubes disposés horizontalement, ce système était placé dans une enceinte noire, où ne pénétrait aucune lumière extérieure. A travers le tube enveloppant circulait lentement un courant d'air absolument sec, qui s'échappait, par la pointe effilée du tube, dans deux barboteurs con-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 661; 28 octobre 1901.

sécutifs, à circulation contrariée, renfermant l'un 20 centimètres cubes d'une solution d'azotate d'argent au millième, l'autre un volume égal d'une solution étendue de potasse pure.

» I. Dans les premiers essais, faits à la température ordinaire, l'air traversait l'appareil à raison de $0^{lit},6$ à $0^{lit},7$ par heure, circulation assez lente pour assurer l'absorption des vapeurs d'iode et d'acide iodique. On a poursuivi l'expérience pendant sept jours, 110^{lit} à 120^{lit} d'air ayant passé en tout chaque fois. Cette durée était nécessaire, d'après mes expériences précédentes, pour que l'anhydride iodique donnât des signes bien visibles de décomposition.

» En fait, dans deux essais, l'un fait à blanc, c'est-à-dire sans radium, l'autre avec un tube à radium entouré de papier noir, l'anhydride iodique traité, comparé avec son échantillon initial, n'a pas été coloré, c'est-à-dire décomposé. Le tube à azotate d'argent n'a fourni aucun précipité visible.

» D'autre part, on a recueilli la potasse du tube barboteur et on l'a acidulée par l'acide azotique étendu; on y a ajouté l'azotate d'argent de l'autre tube barboteur, puis on a mélangé avec le tout une petite quantité d'acide sulfureux dissous, de façon à réduire l'acide iodique, s'il en existait dans les liqueurs, et à en précipiter l'iode, sous la forme d'iodure d'argent : ce qui n'a pas eu lieu.

» Au contraire, le troisième essai, fait avec un tube à radium non entouré de papier noir, a donné lieu à une teinte violacée faible, mais très nette, de l'anhydride iodique : résultat conforme à celui de mes essais précédents, mais plus précis, s'il se peut. Cependant l'iode, qui se trouvait ainsi disséminé et adhérent au sein de l'anhydride iodique, n'avait pas été entraîné dans les liqueurs consécutives (azotate d'argent et potasse) en proportion suffisante pour fournir un précipité d'iodure d'argent pondérable; le précipité était pourtant bien visible au fond des vases.

» J'ajouterai que le tube à radium n'avait pas varié d'un tiers de milligramme, dans le cours des essais précédents. Mais il avait noirci, à la façon ordinaire des verres plombeux.

» Un fait essentiel se trouve constaté par ces observations, à savoir que la décomposition de l'anhydride iodique n'est devenue manifeste que sous l'influence du radium, exercée sans l'intermédiaire du papier noir, c'est-à-dire dans des conditions où la phosphorescence du mélange se manifeste. Les radiations qui produisent cette phosphorescence, par suite d'une double transformation d'énergie, ont donc joué dans l'essai actuel un rôle caractéristique.

» II. Trois autres essais comparatifs, dirigés de la même façon, ont été exécutés à 100°, au sein d'une enceinte maintenue à une température constante par un courant de vapeur d'eau. La matière avait été transvasée du tube qui la contenait dans un autre tube semblable, mais exempt de plomb, puis clos à la lampe; le transvasement ayant eu lieu d'ailleurs dans l'espace de quelques secondes. J'ai vérifié qu'elle avait conservé sa phosphorescence à 10°, et de même à la température de 100°.

» Si j'ai cru utile d'opérer à 100°, ce n'était pas dans l'intention d'accroître la radioactivité, laquelle ne change pas, d'après M. Becquerel, entre — 200° et 100°; mais dans la pensée que l'anhydride iodique deviendrait peut-être plus altérable, en élevant davantage la température; la vitesse des réactions croissant en général, d'après mes propres études, comme une fonction exponentielle de la température. Ainsi, par exemple, la vitesse de l'éthérification devient 425 fois plus considérable lorsqu'on passe de 8° à 100° (1).

» J'ai maintenu l'anhydride iodique en présence de la matière radioactive à 100° pendant trois heures, le courant d'air destiné à entraîner les produits volatils étant à peu près deux fois plus rapide que dans les expériences faites vers 10°.

» Dans ces conditions, l'anhydride iodique éprouve une sublimation visible, extrêmement faible d'ailleurs, car le précipité final d'iodure d'argent n'est pas pondérable. L'anhydride iodique demeure incolore à la fin de l'essai, aussi bien dans le tube chaud contenu dans l'enceinte que dans son effilure extérieure refroidie, où se condensent des traces visibles presque impondérables de cristaux, et dans les traces de précipité, d'un blanc pur, formées directement dans l'azotate d'argent. Il semble donc que l'anhydride iodique n'ait pas éprouvé de décomposition appréciable, même par son changement de teinte.

» Entre les durées de cette expérience et de celle qui a été faite vers 10°, le rapport est celui de $\frac{168}{3} = 56$. Ce chiffre, comparé au nombre 425 rappelé plus haut, montre que la variation dans la décomposition de l'acide iodique, apportée par une élévation de température, si elle existe, serait incomparablement moindre que pour l'éthérification : contraste d'autant plus marqué que l'éthérification est une réaction réversible, c'est-à-dire ralentie par

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. LXVI, p. 116; 1862.

l'opposition de la réaction inverse; tandis que, d'après les faits connus, la décomposition de l'anhydride iodique par le radium ne paraît pas réversible.

» L'expérience faite à 100° a permis de comparer un autre ordre de phénomènes. En effet, les six heures de réaction exécutées sur le tube (non plombeux), qui contenait le mélange radioactif, ont suffi pour colorer ce tube d'une nuance violette, c'est-à-dire pour suroxyder le manganèse qu'il contenait. A la vérité, cette réaction s'est exercée dans l'épaisseur même du verre, c'est-à-dire dans des conditions bien plus favorables que la décomposition de l'acide iodique, à laquelle concourent seulement les radiations qui ont traversé le verre. S'il était permis cependant de comparer les deux réactions, malgré la diversité des circonstances, on pourrait observer que la réaction la plus facile est ici la réaction d'oxydation, comme on aurait pu le prévoir, c'est-à-dire la réaction exothermique, celle que produit le travail des énergies chimiques mises en jeu dans le système formé par le verre et l'air, le radium jouant seulement le rôle de déterminant (action de l'oxygène atmosphérique); tandis que c'est l'énergie propre fournie par le radium qui concourt à décomposer l'acide iodique en ses éléments, c'est-à-dire à la réaction endothermique. Ceci est conforme aux lois générales de la Thermochimie.

» Pour terminer, rappelons quelle est la grandeur de l'énergie développée par les radiations du radium, d'après les expériences de M. Curie et de M. Becquerel. Suivant notre savant Confrère [1], l'énergie rayonnée par une couche de matière radioactive analogue, de 2 millimètres d'épaisseur sur 1 centimètre carré de surface, vaut 5 unités C.G.S. d'énergie par seconde; tandis que 10^7 unités absolues de ce genre valent 0,2394 gramme-calorie.

» Si l'on rapporte ces nombres à la nature, à la surface et à l'épaisseur de matière mise en jeu dans mes expériences, ainsi qu'à la durée de sept jours, un calcul facile indique que la dose d'iode mise en liberté, par la décomposition endothermique de l'acide iodique, s'élevait au plus à $\frac{1}{200}$ de milligramme. Sans attacher à ces chiffres une signification rigoureuse, je me bornerai à dire que cette valeur répond à l'ordre de grandeur, ou plutôt de petitesse, des phénomènes que j'ai observés. Pour dépasser ces limites, il faudrait opérer sur des poids de radium considérables. »

---

(1) *Rapport présenté au Congrès international de Physique de* 1900, t. III, p. 73.

PHYSIQUE. — *Sur la radioactivité de l'uranium.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Depuis l'époque où j'ai fait connaître la radioactivité spontanée et permanente de l'uranium et des sels de ce métal, on a observé que, dans certaines conditions, les propriétés radiantes de ces corps ne restaient pas constantes. M. Giesel, en particulier, montra qu'après certains traitements des préparations d'uranium devenaient moins actives, et sir W. Crookes, par des cristallisations fractionnées, obtint du nitrate d'urane inactif.

» Je rappellerai également les expériences que j'ai faites, en 1900 ([1]), sur la même question en employant une méthode indiquée par M. Debierne; si, dans une solution active, on précipite un sulfate insoluble, on entraîne avec le précipité un produit actif. Les expériences avaient porté sur des solutions de chlorure d'uranium, dans lesquelles on introduisait un peu de chlorure de baryum. On précipitait ensuite le baryum à l'état de sulfate; le précipité était fortement radioactif, et, suivant les proportions d'uranium et de baryum, il pouvait devenir notablement plus actif que l'uranium. En même temps, le sel d'uranium retiré de la liqueur était devenu moins actif. Après dix-huit opérations successives, j'avais obtenu un sel d'uranium très peu actif. On avait constaté l'affaiblissement progressif des produits soit par l'action sur un électromètre, soit par l'impression photographique au travers d'une lamelle de verre mince. L'action photographique avait paru diminuer plus vite que l'influence sur l'électromètre. Les produits ont été conservés soit à l'état de chlorure, soit à l'état d'oxyde, état dans lequel ils sont plus actifs.

» Les observations de sir W. Crookes, et celles que je viens de rappeler, pouvaient faire penser que l'activité de l'uranium était peut-être due à une petite quantité d'un composé très actif, et que l'uranium pur serait inactif.

» Cependant le fait que la radioactivité d'un sel déterminé d'uranium, pris dans le commerce, est la même, quelle que soit la provenance du métal et quels que soient les traitements antérieurement subis, rend cette hypothèse peu probable. Puisque la radioactivité peut avoir été affaiblie, on

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1584, et t. CXXXI, p. 137.

devait en conclure que les sels d'uranium reprenaient avec le temps leur radioactivité primitive.

» Une autre considération permet encore de penser qu'il doit en être ainsi. Les corps radioactifs produisent les phénomènes de radioactivité induite, si bien étudiés par M. et Mme Curie et M. Debierne. Cet effet doit se produire également dans un mélange de matières actives et de matières inactives, de sorte que, par induction sur lui-même, le mélange doit augmenter spontanément d'activité pendant quelque temps, jusqu'à un maximum. On sait, du reste, que les préparations solides de baryum radifère augmentent notablement de radioactivité pendant quelque temps à partir du moment de leur précipitation.

» L'expérience vient de justifier pour l'uranium les prévisions exposées plus haut. J'ai repris l'étude des produits progressivement affaiblis que j'avais préparés il y a dix-huit mois, et, comme je m'y attendais, j'ai trouvé tous ces produits à peu près identiques entre eux. Ils ont été comparés les uns aux autres, soit à l'électromètre par la rapidité de la charge qu'ils permettent de communiquer à un conducteur isolé, soit par l'impression photographique à travers une lamelle de verre mince sur une plaque au gélatinobromure d'argent.

» Ainsi l'activité perdue a été regagnée spontanément. Par contre, le sulfate de baryte précipité, autrefois plus actif que l'uranium, est aujourd'hui complètement inactif. La perte d'activité, qui est le propre des corps activés ou induits, montre que le baryum n'a pas entraîné la partie essentiellement active et permanente de l'uranium. Ce fait constitue donc une forte présomption en faveur de l'existence d'une activité propre à l'uranium, bien que l'on ne démontre pas que ce métal ne soit pas intimement uni à un autre produit très actif, non séparé dans les opérations précédentes.

» Par quel mécanisme le corps regagne-t-il l'activité temporairement affaiblie? L'hypothèse d'une auto-induction s'appliquerait à un mélange et même à une combinaison chimique de molécules, les unes actives, les autres inactives; pour un corps pur, elle équivaut à celle d'une transformation moléculaire.

» Il n'est peut-être pas sans intérêt d'indiquer une hypothèse qui m'a guidé jusqu'ici et qui ne paraît pas en désaccord avec la plupart des faits observés. J'ai déjà développé l'idée que si l'émission des rayons déviables, identiques aux rayons cathodiques, était la cause de l'émission du rayon-

nement non déviable, qui a tant d'analogie avec les rayons X, cette émission spontanée pouvant être comparée à l'évaporation d'un corps odorant, la radioactivité se rapprocherait d'un phénomène connu. L'énergie dissipée serait empruntée au corps actif lui-même, mais la perte de poids correspondante serait trop faible pour être observée.

» Conformément à une hypothèse de M. J.-J. Thomson, il y aurait deux sortes de particules de différentes grosseurs, les unes environ mille fois plus petites que les autres; en se séparant, les plus petites emporteraient des charges négatives et prendraient des vitesses énormes qui leur permettraient de traverser les corps; les autres, plus grosses, dont les masses seraient de l'ordre de celles des ions électrolytiques, seraient animées de vitesses beaucoup moindres; elles ne traverseraient pas les corps et se comporteraient comme une sorte de gaz, formant sur tous les corps, excepté sur ceux qui sont électrisés positivement, un dépôt matériel qui expliquerait les phénomènes de radioactivité induite et l'identité de l'induction sur les divers corps solides, quelle que soit leur nature.

» Ce dépôt de matière serait capable de se diviser à son tour en particules plus petites qui traverseraient le verre, donnant les rayons déviables et non déviables observés avec les substances induites, et ce serait par suite de cette subdivision moléculaire que la radioactivité induite se dissiperait, même au travers d'une enveloppe de verre.

» On pourrait même invoquer ce phénomène de la mise en liberté des ions d'une partie des molécules dans les dissolutions pour rendre compte de l'augmentation du pouvoir inducteur de certains corps actifs quand ils sont dissous.

» On ne saurait toutefois assimiler à un gaz ordinaire l'émanation qui produit la radioactivité induite, car, d'après les expériences de M. Curie, l'équilibre qui s'établit dans une enceinte fermée entre la matière active et les parois induites est fonction de la quantité de matière active et ne présente pas de phénomène analogue à la tension maximum d'une vapeur.

» Je rappellerai enfin, en terminant cette Note, qu'à la suite d'expériences faites à la température de l'air liquide, j'avais conclu que le rayonnement de l'uranium n'était pas modifié à cette basse température [1].

» La petite provision d'air liquide dont je disposais alors ayant été épuisée, je n'avais pu vérifier directement l'exactitude de cette conclusion.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 199.

Grâce à l'obligeance de notre Confrère M. d'Arsonval, qui m'a de nouveau donné de l'air liquide, j'ai pu combler cette lacune. J'ai reconnu alors, par des mesures électrométriques semblables à celles qui ont été décrites dans la Note citée plus haut, qu'à la température de l'air liquide l'intensité de la partie du rayonnement de l'uranium qui traverse une lame d'aluminium de $0^{mm},1$ d'épaisseur reste sensiblement la même qu'à la température ordinaire, ou du moins ne subit pas une diminution supérieure à 0,01 de sa valeur : cette différence pouvant du reste être imputée à des erreurs d'expérience. L'air qui se condense autour de l'uranium refroidi arrête, comme je l'avais indiqué antérieurement, la partie la plus absorbable du rayonnement. »

PHYSIQUE. — *Production et maintien des basses températures.* Note de M. D'ARSONVAL.

« L'emploi des basses températures étant un précieux moyen de recherche, il y a avantage à en vulgariser l'emploi. C'est pourquoi je crois devoir faire connaître, à la suite de la Communication de notre Confrère M. Moissan, et sur sa demande, quelques petits moyens qui pourront rendre service, à ce point de vue, dans les laboratoires.

» Pour aller jusqu'à — 60°, on peut se contenter du chlorure de méthyle, à condition, comme je l'ai indiqué déjà, de le mettre dans un vase poreux de pile. On évite ainsi, par l'évaporation spontanée, la nécessité de souffler dans le liquide.

» Pour descendre jusqu'à —112° et même —115°, l'acide carbonique ou l'acétylène suffisent. L'un et l'autre prennent l'état neigeux à la température et à la pression ambiantes. Pour dissoudre cette neige, le meilleur des dissolvants est certainement l'acétone, que j'emploie exclusivement.

» L'acétylène, par exemple, comme l'ont montré MM. Claude et Hess, se dissout en grandes quantités dans l'acétone. Cette solubilité augmente considérablement à mesure que la température s'abaisse, de telle sorte qu'à — 80°, par exemple, l'acétone dissout plus de 2500 fois son volume d'acétylène. La neige d'acide carbonique se comporte comme la neige d'acétylène, tout en restant moins soluble que cette dernière.

» Avec la neige d'acide carbonique et l'acétone seuls, on peut aisément descendre à —115°, à la condition de refroidir préalablement l'acétone.

Ce mélange constitue un véritable mélange réfrigérant; la fusion de la neige carbonique dans l'acétone, refroidis tous les deux préalablement, au même degré, se fait avec une absorption de chaleur qui abaisse de 20° la température initiale du mélange.

» Enfin, pour refroidir l'air insufflé dans le mélange neige-acétone, j'utilise l'évaporation même de l'acide carbonique, en employant un double serpentin en étain, constitué par un tube intérieur de 5^{mm} de diamètre, enfilé dans un deuxième tube de 10^{mm}. Ces tubes, de 6^m à 10^m de long, sont ensuite roulés en serpentin et leurs différentes spires séparées par un épais matelas de laine. Le tout forme un échangeur de température, comme dans la machine de Linde. L'air, pris à la température du laboratoire, est insufflé *de haut en bas* dans le tube de 5^{mm} et vient barboter dans le vase contenant le mélange neige-acétone. Les gaz froids dégagés passent dans le deuxième serpentin de 10^{mm} concentrique au premier et circulent *de bas en haut,* c'est-à-dire en sens inverse de l'air qui arrive. Il y a ainsi échange des températures dans l'appareil à contre-courant, et l'air insufflé se trouve refroidi gratuitement, sans qu'on soit obligé d'avoir un mélange réfrigérant.

» La neige d'acétylène est aussi maniable que la neige carbonique et s'évapore plus lentement encore que cette dernière et à une température plus basse, —85°. Cela tient à sa grande chaleur latente de fusion (qui est d'au moins 55^{Cal} par kilogramme) pour passer de l'état solide à l'état liquide.

» L'acétylène, de même que l'acide carbonique, ne prend pas l'état liquide à la pression atmosphérique; il lui faut une pression supérieure d'un tiers d'atmosphère environ. Si l'on place en effet de la neige d'acétylène dans un tube de verre et qu'on bouche ce dernier, on voit la neige fondre *très lentement* et la pression se maintenir à l'intérieur du tube égale à environ 24^{cm} de mercure, tout le temps que dure la fusion. M. Claude a utilisé cette propriété pour proposer un moyen simple de transport de l'acétylène.

» Pour descendre au-dessous de —115°, il faut avoir recours à l'air liquide. Ce dernier s'obtient commodément aujourd'hui avec les machines Linde, dont j'ai décrit le principe dans une précédente Note ([1]).

» Dans la pratique, il est nécessaire d'avoir une machine assez puissante. Celle que j'ai actuellement (et qui figurait à l'Exposition de 1900)

([1]) Voir *Comptes rendus*, 1898.

prend de 18 à 20 chevaux de force et donne facilement 7^{lit} à 8^{lit} d'air liquide à l'heure, en pleine marche. Il faut environ trente-cinq minutes pour atteindre le point de liquéfaction. Le maniement en est néanmoins délicat et ne peut être confié qu'à des mains exercées pour être sans danger.

» Quand on a de l'air liquide, il est possible d'obtenir et de *maintenir constantes* toutes les températures au-dessous de la température ambiante. Voici comment je procède :

» D'abord, il faut constituer un vase imperméable à la chaleur le plus possible et placer dans ce vase un bain incongelable aux plus basses températures.

» Comme vase, j'utilise les vases argentés à deux parois entre lesquelles on fait le vide. J'ai décrit ces vases dans ma Note de 1898; ils sont maintenant connus de tous les physiciens.

» Comme bain liquide, le plus incongelable est l'éther de pétrole ou gazoline du commerce. Avec des gazolines très volatiles, on peut descendre jusqu'à — 160° sans les congeler. Elles peuvent servir à faire des thermomètres, ainsi que l'a montré Kohlrausch, et M. Démichel m'en a fourni plusieurs l'année dernière.

» Depuis, on est arrivé, par des rectifications successives, à obtenir des éthers de pétrole qui ne se congèlent pas même à — 194°, température d'ébullition de l'air liquide à la pression normale.

» Pour refroidir le bain de gazoline au degré voulu, il suffit de placer à sa partie supérieure un petit vase métallique annulaire (ou une simple spire de serpentin en étain) dans lequel on laisse tomber l'air liquide goutte à goutte. Pour obtenir cet écoulement, je bouche une carafe en verre argentée, contenant l'air liquide, avec un bouchon percé de deux trous. Par le premier, passe un tube plongeur; par le deuxième, un tube court portant à l'extérieur un bout de tube de caoutchouc qu'on peut écraser plus ou moins avec une pince à vis. L'ensemble rappelle une pissette de chimiste.

» Pour faire écouler l'air liquide en quantité voulue, il suffit d'écraser plus ou moins le caoutchouc avec la pince. Si le caoutchouc est complètement écrasé, l'air gazeux qui se dégage constamment dans la carafe, ne trouvant pas d'issue, exerce une pression sur le liquide, qui s'écoule violemment par le tube plongeur dans le refroidisseur. En desserrant graduellement la vis qui écrase le tube de caoutchouc, on règle facilement l'écoulement de l'air liquide et, par conséquent, la température du bain

de gazoline. Il est possible de régler automatiquement cet écoulement d'air liquide par un dispositif approprié, mais cette complication m'a paru inutile dans la pratique ([1]).

» La chaleur de volatilisation de l'air liquide est d'environ 65 calories par kilogramme, d'après les mesures que j'ai faites antérieurement.

» Avec des vases argentés cylindriques, d'un litre environ de capacité, la perte par apport extérieur de chaleur à la température de — 194° peut être réduite à 20gr d'air liquide à l'heure, quantité très faible, comme on le voit, et rendant l'emploi de l'air liquide très pratique. »

M. **P.-P. Dehérain**, en présentant à l'Académie la deuxième édition de son « Traité de Chimie agricole », s'exprime comme il suit :

« Cet Ouvrage, divisé, comme le précédent, en quatre Parties : développement des végétaux, terre arable, amendements, engrais, s'est augmenté de plusieurs Chapitres nouveaux. C'est ainsi qu'à la fin de la première Partie se trouvent de courtes monographies : du Colza, du Blé, de l'Avoine, des Betteraves, des Pommes de terre, de la Vigne, dans laquelle ont pris place, outre les travaux déjà anciens d'Isidore Pierre, les recherches plus récentes de MM. Berthelot, Maquenne, Aimé Girard et Lindet, Muntz, et celles qui ont été exécutées à Grignon.

» Dans la seconde Partie, on a également introduit un Chapitre nouveau : le travail du sol, et on a développé ceux qui traitent de la constitution chimique des terres arables, du drainage et des irrigations.

» Les études relatives aux cultures dérobées d'automne, à la fabrication du fumier de ferme, à son mode d'épandage, ont beaucoup progressé depuis 1892, date de la première édition, et l'on a résumé les notions nouvelles acquises sur ce sujet pendant ces dix dernières années.

» La fin du XIXe siècle a été marquée par plusieurs grandes découvertes; nos Confrères, MM. Schlœsing et Muntz, ont montré, en 1876, que la formation des nitrates dans la terre arable était l'œuvre de microorganismes, isolés plus tard par M. Winogradsky; M. Berthelot a établi, en 1885, que la fixation de l'azote dans le sol avait lieu par action microbienne; enfin, en 1886, MM. Hellriegel et Wilfarth ont reconnu que les Légumineuses

---

([1]) Depuis quelque temps les constructeurs allemands fabriquent des vases cylindriques présentant une tubulure à la partie inférieure; ces vases sont encore plus commodes pour laisser écouler l'air liquide.

n'utilisent l'azote atmosphérique que lorsqu'elles portent sur leurs racines des nodosités à bactéries.

» Ce prolongement en Agronomie de l'œuvre immortelle de Pasteur a métamorphosé la science agricole; il a fait éclore des idées nouvelles qui ne tarderont pas à devenir fécondes.

» Au début, cependant, on a fait fausse route : on a cherché à introduire dans le sol les ferments utiles qu'on croyait y faire défaut; de là les préparations de la nitragine, de l'alinite, l'épandage des terres nitrifiantes; ces tentatives ont généralement échoué.

» C'est qu'en effet, pour qu'une fermentation s'établisse dans le sol, il ne suffit pas d'y introduire les ferments, qui habituellement, au reste, s'y trouvent déjà ; il faut que le sol soit devenu favorable à leur activité, il faut qu'il ait été métamorphosé en un véritable *milieu de culture*.

» Nous sommes bien loin de connaître toutes les conditions nécessaires à la création de ce milieu, mais il en est une cependant qui domine tellement toutes les autres que, lorsqu'elle est satisfaite, l'effet cherché est obtenu.

» Cette condition nécessaire et très souvent suffisante pour que les fermentations s'établissent dans la terre, c'est l'humidité.

» Je donne, dans le *Traité de Chimie agricole*, de nombreuses analyses des eaux de drainage recueillies sous les cases de végétation de Grignon; pendant les années humides, un hectare de terre en jachère nitrifie plus de 200^{kg} d'azote; pendant les années sèches, cette quantité diminue de moitié. Cette production énorme de nitrates ne s'observe que sur les terres nues, elle tombe à un chiffre beaucoup plus faible pour les terres emblavées constamment desséchées par les végétaux qui puisent dans le sol les quantités d'eau formidables qu'ils rejettent dans l'atmosphère par leur transpiration.

» Dans la lutte pour l'eau qui s'établit entre les espèces végétales et les espèces microbiennes, les premières ont l'avantage, et les secondes, privées de la condition même de leur existence, languissent ou même cessent leur travail.

» Cette insuffisance de la nitrification entraîne à de lourdes dépenses d'engrais azotés, qui se réduiraient dans une large mesure, si les terres étaient arrosées.

» J'essaie de montrer dans cet Ouvrage que la prospérité agricole est étroitement liée au développement des entreprises d'irrigation, car l'eau est la première condition de la fertilité. »

M. **Edmond Perrier**, en présentant à l'Académie le premier Volume du « Nouveau Dictionnaire des Sciences », rédigé par lui, en collaboration avec MM. *Paul Poiré, Remy Perrier* et *Joannis,* s'exprime ainsi :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le premier Volume (il y en aura deux) d'un nouveau Dictionnaire des Sciences et de leurs applications. La plupart des Ouvrages de ce genre sont anciens, et l'on sait avec quelle rapidité les Sciences ont progressé dans ces vingt dernières années.

» Le nouveau Dictionnaire a été rédigé par un groupe de jeunes savants, professeurs et ingénieurs, qui avaient prié mon ancien collègue M. Paul Poiré et moi de diriger leur œuvre et d'harmoniser, en quelque sorte, leur collaboration.

» J'ose espérer que ce gros œuvre comblera une lacune et rendra quelques services aux personnes qui s'intéressent de près ou de loin aux questions scientifiques. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doivent être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire de Culture, actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 58,

M. Costantin	obtient	51 suffrages
M. Bois	»	5 »
M. Mangin	»	1 »

Il y a un bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 52,

M. Bois	obtient	48 suffrages
M. Lecomte	»	1 »

Il y a trois bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne . . . . M. **Costantin**.
En seconde ligne. . . . . M. **Bois**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *L. Boltzmann*, professeur à l'Université de Leipzig, intitulé : « Leçons sur la théorie des gaz, traduites par M. *A. Gallotti*, avec une introduction et des notes de M. Brillouin; première Partie. » (Présenté par M. H. Poincaré.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes conjugués persistants.* Note de M. **A. Demoulin**.

« Soit à déterminer les surfaces dont la courbure totale est une fonction donnée $-\frac{1}{\lambda^2(\alpha,\beta)}$ des paramètres des lignes asymptotiques.

» L'élément linéaire de la représentation sphérique étant

$$ds^2 = e\,d\alpha^2 + 2f\,d\alpha\,d\beta + g\,d\beta^2, \tag{1}$$

il faut et il suffit que l'on ait (Darboux, *Leçons*, 4e Partie, p. 31)

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial}{\partial\beta}(\lambda e) + f\frac{\partial\lambda}{\partial\alpha} = 0, \\ &\frac{\partial}{\partial\alpha}(\lambda g) + f\frac{\partial\lambda}{\partial\beta} = 0. \end{aligned}\right. \tag{2}$$

» Tout revient à trouver les valeurs de e, f, g qui vérifient ces équations ainsi que l'équation obtenue en égalant à l'unité la courbure totale du ds^2 (1). A cet effet, traçons sur la sphère de rayon *un* un réseau arbitraire, mais déterminé, et soit

$$ds^2 = \mathrm{E}\,dz^2 + 2\mathrm{F}\,dz\,dz_1 + \mathrm{G}\,dz_1^2 \tag{3}$$

l'élément linéaire de la sphère exprimé en fonction des paramètres des deux familles de ce réseau. Si l'on pose $z = \varphi(\alpha,\beta)$, $z_1 = \psi(\alpha,\beta)$, ce ds^2

prendra la forme (1), les coefficients E, F, G ayant pour valeurs

$$e = \mathrm{E}p^2 + 2\mathrm{F}pp_1 + \mathrm{G}p_1^2,$$
$$f = \mathrm{E}pq + \mathrm{F}(pq_1 + qp_1) + \mathrm{G}p_1q_1,$$
$$g = \mathrm{E}q^2 + 2\mathrm{F}qq_1 + \mathrm{G}q_1^2.$$

» En portant les expressions de e, f, g dans les équations (2), nous obtiendrons le système suivant de deux équations aux inconnues z et z_1 dont l'intégration fournira la solution complète du problème :

$$(\mathrm{A})\quad \begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial\beta}[\lambda(\mathrm{E}p^2 + 2\mathrm{F}pp_1 + \mathrm{G}p_1^2)] + [\mathrm{E}pq + \mathrm{F}(pq_1 - qp_1) + \mathrm{G}p_1q_1]\dfrac{\partial\lambda}{\partial\alpha} = 0, \\ \dfrac{\partial}{\partial\alpha}[\lambda(\mathrm{E}q^2 + 2\mathrm{F}qq_1 + \mathrm{G}q_1^2)] + [\mathrm{E}pq + \mathrm{F}(pq_1 - qp_1) + \mathrm{G}p_1q_1]\dfrac{\partial\lambda}{\partial\beta} = 0. \end{cases}$$

» Pour obtenir la surface répondant à une solution quelconque de ce système, il suffira d'effectuer les trois quadratures qui figurent dans les formules de M. Lelieuvre.

» Occupons-nous, en particulier, des surfaces considérées par M. Bianchi et pour lesquelles la fonction λ peut prendre l'une des trois formes $\alpha + \beta$, α, 1. Particularisons l'élément linéaire (3) de la sphère en prenant

$$(4)\qquad ds^2 = dz^2 + \sin^2 z\, dz_1^2.$$

» Faisons d'abord $\lambda = \alpha + \beta$; le système (A) deviendra

$$(\mathrm{A}')\quad \begin{cases} pq + \sin^2 z\, p_1q_1 + p^2 + \sin^2 z\, p_1^2 + (\alpha + \beta)\dfrac{\partial}{\partial\beta}(p^2 + \sin^2 z\, p_1^2) = 0, \\ pq + \sin^2 z\, p_1q_1 + q^2 + \sin^2 z\, q_1^2 + (\alpha + \beta)\dfrac{\partial}{\partial\alpha}(q^2 + \sin^2 z\, q_1^2) = 0. \end{cases}$$

» Comme l'a établi M. Bianchi, le conoïde droit le plus général satisfait à la question : il correspond à la solution $\sin z = \sqrt{\dfrac{\alpha}{\alpha + \beta}}$, $z_1 = f(\alpha)$.

» Cherchons si le système (A′) admet une solution de la forme $z_1 = \alpha - \beta$, $z = f(\alpha + \beta)$. En portant ces valeurs dans les équations (A′), on reconnaît que celles-ci se réduisent à une seule, savoir

$$2f' + 2(\alpha + \beta)f'' + (\alpha + \beta)\sin 2f = 0.$$

» L'intégration de cette équation donnera ∞^2 réseaux sphériques

$$\alpha = \text{const.},\qquad \beta = \text{const.}$$

satisfaisants. On obtiendra leurs équations, en coordonnées (z, z_1), en

éliminant successivement, entre les équations

$$z = f(\alpha + \beta, C, C'), \qquad z_1 = \alpha - \beta,$$

les variables β et α. Observons que chacun de ces réseaux est harmoniquement conjugué au réseau $\alpha + \beta =$ const., $\alpha - \beta =$ const., c'est-à-dire, en vertu des équations ci-dessus, au réseau *fixe* formé par les parallèles $z =$ const. et par les méridiens $z_1 =$ const. Ce point établi, envisageons la surface de vis à filet carré qui admet ce réseau comme représentation sphérique de ses asymptotiques, et, sur cette surface, les réseaux qui ont pour image sphérique les réseaux en question. Ces réseaux seront harmoniquement conjugués au système des lignes asymptotiques, c'est-à-dire conjugués; chacun d'eux ayant même représentation sphérique que les asymptotiques d'une surface de M. Bianchi restera conjugué dans une déformation convenablement choisie de la surface. Ainsi se trouve établie l'existence sur l'hélicoïde minimum d'une double infinité de réseaux conjugués *persistants* de première espèce.

» Si l'on fait, dans les équations (A), $\lambda = 1$, en conservant la forme (4) du ds^2 de la sphère, on obtient les équations

$$p^2 + \sin^2 z\, p_1^2 = 1, \qquad q^2 + \sin^2 z\, q_1^2 = 1,$$

qui admettent la solution $z = f(\alpha + \beta)$, $z_1 = \alpha - \beta$, f vérifiant l'équation $f'^2 + \sin^2 f = 1$. Il suit de là que l'hélicoïde minimum possède une infinité simple de réseaux conjugués persistants de troisième espèce ou de M. Voss.

» En prenant pour ds^2 de la sphère $ds^2 = -(dz^2 + e^{-2z} dz_1^2)$, on reconnaît que ces propriétés appartiennent aussi à la surface minima réglée de Ribaucour. Le même ds^2 fournit une classe de surfaces réglées à plan directeur isotrope. Si l'on joint leurs *associées* aux associées du conoïde droit le plus général, on obtiendra les surfaces considérées par M. Raffy dans sa Note du 11 novembre.

» Je terminerai en faisant connaître une propriété caractéristique des surfaces de M. Voss. Soit à déterminer le couple le plus général de surfaces applicables, la correspondance ponctuelle ainsi établie entre les deux surfaces étant telle que les lignes asymptotiques de l'une correspondent à un système conjugué tracé sur l'autre. Cette relation est celle qui existe entre une surface minima et son adjointe. Si elle existe, les deux surfaces seront des surfaces de M. Voss et leur système conjugué commun sera exclusivement formé de géodésiques. L'une des surfaces pourra être prise arbitrai-

rement. Soit $L\,du^2 + N\,dv^2$ sa seconde forme fondamentale, u et v étant les paramètres du système conjugué formé de géodésiques. La seconde forme fondamentale de l'autre surface sera $i(L\,du^2 - N\,dv^2)$.

» Une surface peut-elle être de plusieurs manières surface de M. Voss, c'est-à-dire posséder plusieurs réseaux formés de géodésiques? Elle pourra en posséder deux, et deux seulement; mais, si elle en possède trois, elle en possédera une infinité. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les équations et les nombres transcendants.* Note de M. **Edmond Maillet.**

« Nous avons étudié les équations $\Phi(x) = \sum_0^{\infty} c_n x^{\varpi_n} = 0$ au point de vue algébrique; nous avons obtenu les résultats suivants :

» Pour un mode de décroissance assez rapide des c_n :

» 1° Toute équation

$$\sum_0^n c_\alpha x^{\varpi_\alpha} = \Phi_n(x) = 0$$

n'a que des racines distinctes ainsi que $\Phi(x)$. Cette propriété nous a servi pour les résultats qui seront énoncés dans une prochaine Communication.

» 2° Si les c_n sont tous réels et si $\Phi_n(x) = 0$ a 2μ racines imaginaires et $\varpi_n - 2\mu$ racines réelles (ϖ_n entier), $\Phi(x) = 0$ a 2μ racines imaginaires et $n - 2\mu$ racines réelles distinctes correspondantes.

» L'équation $\Phi_n(x) = 0$ a les $\varpi_n - \varpi_{n-1}$ racines $\xi_1(1+\varepsilon_1)$, $\xi_2(1+\varepsilon_2)$, ..., $\xi_{\varpi_n-\varpi_{n-1}}(1+\varepsilon_{\varpi_n-\varpi_{n-1}})$, ξ_1, ..., $\xi_{\varpi_n-\varpi_{n-1}}$ étant les racines de $c_n x^{\varpi_n-\varpi_n} + c_{n-1} = 0$, ε_1, ε_2, ..., $\varepsilon_{\varpi_n-\varpi_{n-1}}$ tendant vers 0 quand c_n tend vers 0, c_0, c_1, ..., c_{n-1} étant donnés : $\xi_i(1+\varepsilon_i)$ et la racine correspondante de $\Phi(x) = 0$ sont réels ou imaginaires en même temps que ξ_i.

» Ceci permet évidemment d'obtenir une valeur approchée des racines de $\Phi(x) = 0$.

» 3° Les racines réelles ou imaginaires de $\Phi_n(x) = 0$ correspondent à autant de racines réelles ou imaginaires du système d'équations binomes

$$c_n \xi^{\varpi_n-\varpi_{n-1}} + c_{n-1} = 0, \qquad c_{n-1}\xi^{\varpi_{n-1}-\varpi_{n-2}} + c_{n-2} = 0, \qquad \ldots.$$

» Voici d'autres résultats de nature arithmétique :

» L'équation $\Phi(x) = 0$ n'a aucune racine algébrique. L'ensemble des racines transcendantes des équations $\Phi(x) = 0$ est un ensemble ayant la puissance du continu.

» Nous croyons devoir rappeler que les nombres X dont l'ensemble a aussi la puissance du continu ne sont pas racines des équations $\Phi(x) = 0$. Nous démontrons ainsi l'existence de deux ensembles distincts de nombres tous transcendants qui ont la puissance du continu. »

ASTRONOMIE. — *Détermination de la hauteur des étoiles filantes observées, en août* 1901, *entre l'observatoire de Juvisy et la station auxiliaire d'Antony* (*Croix-de-Berny*). Note de M. C. **Flammarion**, présentée par M. Callandreau.

« J'ai présenté précédemment à l'Académie ([1]) les observations des Perséides faites en 1899, sous ma direction, à l'observatoire de Juvisy. J'ai voulu, cette année, donner une plus grande extension à l'étude de cet essaim en créant, en vue de la détermination des hauteurs des météores, une station auxiliaire à Antony (Croix-de-Berny).

» Les observations ont surtout été effectuées du 11 au 14 août, époque du maximum, par mes collaborateurs MM. Antoniadi, Blum, Chrétien, Senouque et Touchet. En outre M. Libert, observateur au Havre, s'est joint à nous, le 12, pour le dénombrement horaire des météores.

» Le Tableau ci-dessous indique la répartition de mes collaborateurs dans les deux stations :

	11-12 août.	12-13 août.	13-14 août.
Juvisy...	MM. Touchet, Senouque, Libert.	Antoniadi, Blum.	Touchet.
Antony..	MM. Blum, Chrétien.	»	Chrétien.

» On s'est surtout attaché à observer les météores brillants dont la traînée permettait une détermination précise de la trajectoire.

» Pendant les nuits des 11-12, 12-13, 13-14 août, on a enregistré, dans les deux stations, 283 trajectoires.

» Les météores provenaient de trois radiants principaux, dont voici les coordonnées :

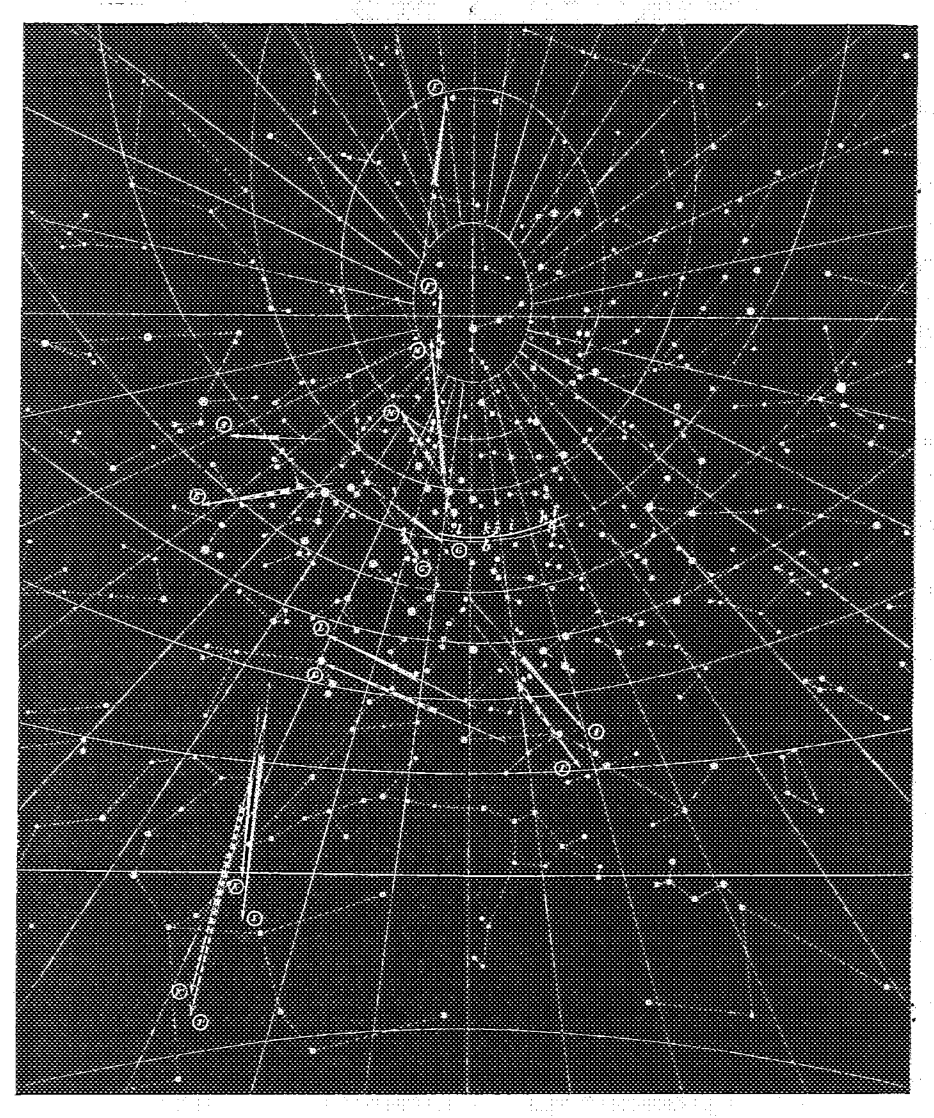
Constellations.	Æ	(D)
Persée	47°	+ 54°
Cassiopée	12°	+ 55°
Pégase	352°	+ 15°

ce dernier était le moins actif des trois.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIX, nos 9 et 11, pages 435 à 437 et 460 à 464.

» Nous avons relevé, pendant une nuit (le 12 août), le nombre horaire des météores. Nous avons noté :

De 0^h à 1^h	117	étoiles filantes.
De 1^h à 2^h	35	»
De 2^h à 3^h	28	»
De 3^h à $3^h 30^m$	23	»



Trajectoires observées en double à l'observatoire de Juvisy et à la station auxiliaire d'Antony (Croix-de-Berny).

» Le nombre horaire moyen des trajectoires enregistrées a atteint son

maximum dans la nuit du 12 au 13 août. Ces résultats sont d'accord avec les observations de MM. H. Tarry et J. Péridier, membres de la Société astronomique de France.

» La réduction des observations en vue de la détermination des hauteurs des étoiles filantes a été entièrement faite par M. Henri Chrétien, secrétaire de la Commission des Étoiles filantes de la Société astronomique de France. Ces déterminations de la hauteur des météores résultent de la comparaison des observations faites à Juvisy avec celles effectuées à la station auxiliaire de la Croix-de-Berny, distante de $9^{km},200$.

» Le nombre des météores enregistrés en double est de 21, déduit de 59 trajectoires de Juvisy et des 44 qui furent observées pendant la même période à Antony. Sur ces 21 météores, 8 ont finalement présenté les garanties suffisantes pour être soumis au calcul. C'est donc 16 pour 100 des météores observés qui peuvent être sûrement identifiés; ce résultat remarquable est dû à la proximité des stations et à la convention qui fut faite au préalable de porter l'attention principalement vers le zénith.

» La figure représente les 16 trajectoires apparentes groupées deux par deux sur la même carte, de façon à rendre sensibles les effets de parallaxe. Les traits pleins représentent les trajectoires de Juvisy; les pointillés, celles d'Antony; les lettres se correspondent.

» Le Tableau suivant renferme les résultats de la discussion des éléments des 8 météores considérés :

Météores.	Hauteur à l'apparition.	Hauteur à la disparition.	Longueur de la trajectoire.
	km	km	km
B..........	38	29	9,800
F..........	15	13	2,250
G..........	107	68	48
H..........	96	22	81
I..........	119	86	40
J..........	75	14	84
K..........	92	23	95
L..........	30	21	11

» On voit que l'*étoile filante la plus basse est apparue à* 15 *kilomètres de hauteur et la plus élevée à* 119. »

AÉROSTATION. — *Méthode permettant de déterminer la vitesse propre des aérostats dirigeables. Application aux expériences de M. Santos-Dumont.* Note de M. **H. Deslandres.**

« Dans une Note récente des *Comptes rendus* (même Tome, p. 900), M. Armengaud jeune décrit une méthode géométrique permettant de déterminer la vitesse propre (par rapport à l'air) d'un aérostat dirigeable dans une courbe de virage. Il annonce avoir pu appliquer sa méthode à l'ascension remarquable de M. Santos-Dumont du 19 octobre dernier, et avoir trouvé une vitesse propre comprise entre $8^m,50$ et 9^m par seconde.

» De mon côté, j'ai présenté à la Commission scientifique de l'Aéro-Club les résultats d'une autre méthode qui donne une vitesse un peu différente, et que je soumets à l'Académie.

» La méthode s'applique à un aérostat qui part de A vers B, tourne autour de B, et revient au point de départ. L'observateur note simplement les temps précis (t_a et t_r) de l'aller et du retour, la direction du vent étant connue. La vitesse et la direction du vent sont supposées constantes.

» Un cas simple est celui où la direction du vent est la direction AB ou BA. Si l'on appelle v la vitesse du vent et V la vitesse propre du ballon, D la distance AB, r le rayon moyen de virage, on a les équations suivantes qui déterminent V et v :

$$t_a = \frac{D}{V \pm v} + \frac{\frac{\pi}{2} r}{V \pm \frac{v}{2}}, \qquad t_r = \frac{D}{V \mp v} + \frac{\frac{\pi}{2} r}{V \mp \frac{v}{2}}.$$

» Dans l'ascension du 19 octobre, les durées de l'aller et du retour sont 8^m45^s et 20^m45^s, et la distance D entre le Parc d'aérostation de Saint-Cloud et la Tour Eiffel, mesurée sur la Carte d'état-major, est 5400^m. De plus le Bureau central météorologique a mis aimablement à ma disposition les courbes des enregistreurs de la vitesse et de la direction du vent, installés au sommet de la Tour et sur la terrasse du Bureau, à 600^m de la Tour. Les vitesses, au moment de l'ascension, sont $4^m,50$ à 5^m, à 300^m d'altitude, et $1^m,50$ à 2^m, à 20^m du sol. La direction qui est restée à peu près constante est la direction ouest-sud-ouest et fait un angle de 20° avec la direction ouest-est de la ligne Parc-Tour Eiffel.

» Si l'on néglige l'angle entre les directions du vent et de la marche, on a les résultats suivants :

Rayon de virage.	Vitesse propre du ballon.	Vitesse du vent.
100^{m}	7^{m},53	3^{m},10
200	7,75	3,23
300	7,97	3,36

» Le rayon de virage le plus probable est celui de 200^{m}, le ballon n'ayant pas atteint l'alignement de l'avenue de la Bourdonnais, à 225^{m} au delà de la Tour. La vitesse du vent ainsi calculée est en accord avec la hauteur de 120^{m} atteinte par le ballon au moment du virage et nettement indiquée dans plusieurs belles photographies prises par M. Angot, de la terrasse du Bureau central.

» Mais j'ai voulu reconnaître l'influence de l'inclinaison du vent par rapport à la direction de la marche. J'ai construit la courbe du ballon dans l'air immobile, en donnant à la Terre, à la Tour et au Parc une vitesse égale et contraire à la vitesse du vent. L'aéronaute qui se dirige constamment vers les buts mobiles, qui sont successivement la Tour et le Parc, décrit dans l'air la courbe appelée familièrement *courbe du chien qui court après son maître* (1). Or, d'après l'examen de cette courbe, on voit que, pour satisfaire à la condition nouvelle de l'inclinaison, il faut augmenter la vitesse propre de 0^{m},10 et la vitesse du vent de 0^{m},20 (2).

» La vitesse propre trouvée (de 7^{m},60 à 8^{m},10) est un peu inférieure à la vitesse, déterminée par M. Armengaud, dans la courbe de virage, et comprise entre 8^{m},50 et 9^{m}. L'écart apparaît plus grand si l'on remarque

---

(1) Le 19 octobre, l'aéronaute a décrit cette courbe spéciale, car, si l'on déduit d'elle la trajectoire projetée sur le sol, on retrouve la courbe à deux boucles observée par les spectateurs et déviée vers le nord par rapport à la ligne des deux buts.

L'aéronaute aurait pu diminuer un peu la durée du trajet, en se maintenant constamment sur l'alignement des deux buts; car alors il aurait décrit dans l'air immobile deux lignes droites constituant le chemin le plus court. Il y a là l'indication d'une règle à suivre dans les expériences futures, et même d'un appareil spécial à organiser pour en rendre l'application facile.

Avec une vitesse du vent et du ballon constante, mais avec une direction du vent variable de 0° à 90° par rapport à la ligne des buts, les points de virage, pour l'aéronaute qui suit le chemin le plus court, sont, dans l'air immobile, situés sur un même cercle excentrique au but B. Le produit des temps d'aller et de retour est constant, et leur somme, qui est variable, est maxima pour l'angle 0° et minima pour l'angle de 90°. Cette propriété peut servir à calculer des Tables donnant les temps de l'aller et du retour dans tous les cas possibles.

(2) Il faut augmenter encore de 0^{m},05 la vitesse propre, et de 0^{m},12 la vitesse du vent, pour tenir compte du fait que le ballon a une vitesse nulle au départ.

que, au virage, la vitesse propre est au-dessous de sa valeur normale par le fait du gouvernail qui augmente la surface offerte au vent.

» De ces deux méthodes, quelle est la meilleure? Celle que je présente repose sur une mesure simple du temps, facile à faire avec précision. Celle de M. Armengaud exige pendant la courte durée du virage (1^m à 2^m) plusieurs mesures à la fois rapides et précises, du temps, de la distance et de l'azimut. Pour les comparer avec fruit, il faudrait connaître les moyens et appareils employés par M. Armengaud, et non décrits dans sa Note.

» En résumé, les très belles expériences de M. Santos-Dumont confirment l'aisance de mouvement des ballons automobiles, déjà reconnue et signalée par les aérostiers militaires de Chalais (Renard et Krebs en 1884, les frères Renard en 1885) qui, les premiers, sont revenus à leur point de départ, avec un vent contraire et une longueur de trajet équivalente. Mais, en plus, M. Santos-Dumont a obtenu une augmentation sensible de la vitesse, qui, de $6^m,50$ (vitesse atteinte en 1885), a été portée à 8^m.

» Il faut remarquer, d'ailleurs, que récemment les moteurs légers ont fait de très grands progrès. En 1885, ils avaient 50^{kg} par cheval; actuellement, ils ont seulement 5^{kg} et sont, pour le même poids, dix fois plus puissants. Ils permettent donc de doubler la vitesse de 1885, les vitesses étant proportionnelles aux racines cubiques des puissances développées.

» Les deux ballons de 1885 et de 1901 ont la même forme générale, le premier avec une surface de 55^{mq} et un moteur de 9 chevaux, le second avec une surface de 28^{mq} et un moteur de 20 chevaux. Si l'on part du ballon de 1885, qui a été l'objet de mesures précises de vitesse, en admettant que la résistance de l'air est proportionnelle à la surface et au carré de la vitesse, on calcule que le ballon de 1901 aurait pu atteindre une vitesse de $10^m,6$ (au lieu de 8^m). La cause principale de cet écart doit être rapportée au tangage qui, dans le dernier ballon, était particulièrement fort. Le tangage, qui diminue la vitesse et même peut compromettre le ballon, a une amplitude, variable suivant des lois complexes, qui croît avec la vitesse. Il apparaît comme le principal obstacle aux progrès des ballons automobiles qui doivent atteindre 13^m de vitesse pour lutter huit fois sur dix contre le vent. Or, le ballon de M. Santos-Dumont n'avait aucun organe contre le tangage; celui de 1884 et surtout celui de 1885 avaient une série de dispositifs pour le diminuer et l'amortir. Un des points les plus ardus du problème sera de réunir dans un même ballon deux qualités difficiles à concilier, à savoir : une grande vitesse et une grande stabilité de marche.

» Je dois ajouter que la plupart des considérations précédentes m'ont été suggérées par la Conférence sur la Navigation aérienne faite par le colonel Renard, au Congrès d'aérostation de 1900. »

AÉROSTATION. — *Note complétant celle du 25 novembre dernier et donnant par un tracé, avec une approximation de $\frac{1}{20}$ au moins, la trajectoire sur le sol de l'aérostat dirigeable de M. Santos-Dumont dans l'épreuve du 19 octobre*; par M. **J. Armengaud** jeune.

« Pendant l'épreuve du 19 octobre dernier, étant placé sur le pont de la gare des Coteaux de Saint-Cloud, j'ai suivi avec une jumelle l'aérostat; je ne l'ai pas perdu de vue pendant la demi-heure de son trajet aller et retour, sauf pendant les quelques instants où, vers le point extrême de son évolution autour de la tour Eiffel, il a été masqué par la tour. J'avais donc pu, de mémoire, faire un premier tracé approximatif de la projection horizontale de la trajectoire de l'aérostat.

» Mais, en raison de l'importance de la question, j'ai cru devoir chercher une exactitude aussi grande que possible; c'est pourquoi j'ai fait une enquête à Auteuil et dans le quartier de Passy, auprès des personnes que je savais ayant pu se trouver sur le trajet, et non loin du passage au zénith

de l'aérostat, et j'ai consulté certains observateurs qui avaient vu évoluer le ballon des plates-formes de la tour Eiffel.

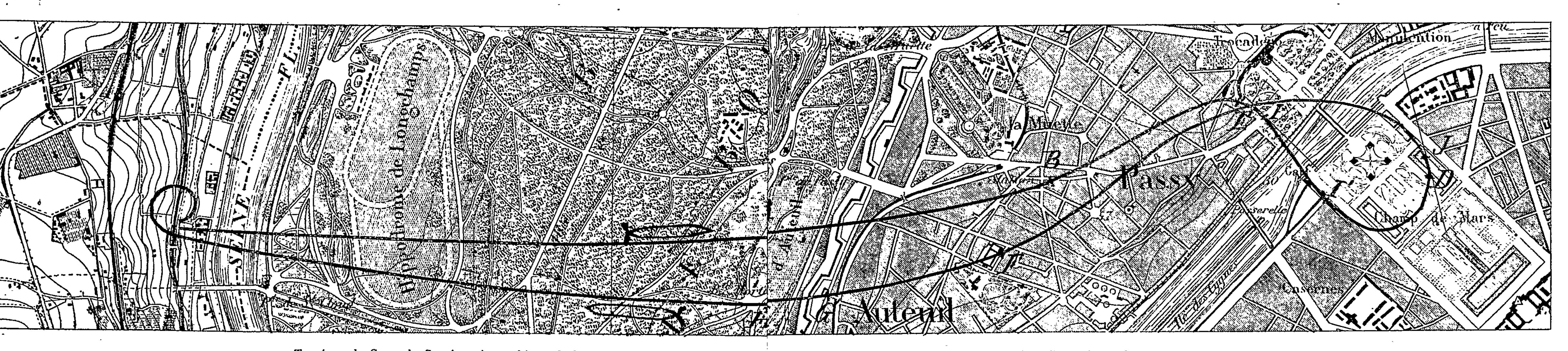
» C'est quand j'ai été certain de la concordance de toutes ces indications, que j'ai obtenu la courbe définitive que je présente aujourd'hui, en la traçant sur la carte au $\frac{1}{20000}$, dressée par le Service géographique de l'Armée.

» Les points de repère, dont je puis notamment garantir l'exactitude surtout pour le retour, sont les suivants :

» *A l'aller.* — A, 100^m de la pointe extrême du petit lac du Bois de Boulogne; B, intersection de la rue des Vignes et de la rue Boulainvillers; C, 200^m à droite de la tour de gauche du Palais du Trocadéro quand on le regarde du Pont d'Iéna; D, 250^m au point extrême à partir de l'axe de la tour.

» *Au retour.* — E, point de croisement, à 50^m de l'extrémité de l'aile gauche du palais du Trocadéro; F, la maison du n° 48 de la rue du Ranelagh; G, le bastion n° 69 du boulevard Suchet; H, l'angle gauche de la tribune du Jockey-Club à l'hippodrome d'Auteuil.

» Le jour de l'épreuve, on a, au chronomètre, noté que l'aérostat avait mis six minutes pour franchir la distance existant entre le parc d'aérostation et le point où il a commencé son virage. Cette distance, étant de 4900^m, donne comme vitesse moyenne réelle $13^m,60$ à la seconde et, en en défalquant la vitesse du vent, soit $4^m,50$, soit 5^m, valeurs extrêmes, on trouve que la vitesse propre a varié de $8^m,60$ à $9^m,10$.

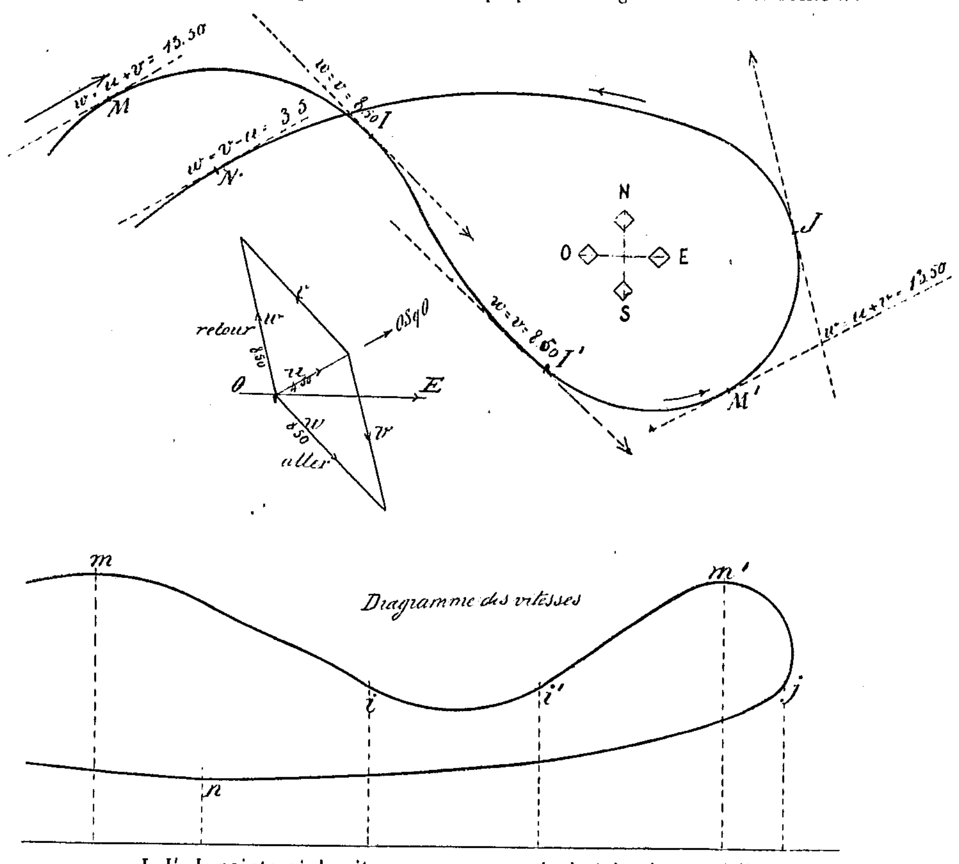


Tracé sur la Carte du Service géographique de l'Armée, à $\frac{1}{20000}$, de la trajectoire horizontale de l'aérostat de M. Santos-Dumont, dans l'expérience du 19 octobre 1901.

» Mais, grâce à la méthode graphique que j'ai indiquée, en construisant plusieurs cercles osculateurs sur diverses portions de la boucle fermée, j'ai pu marquer avec précision les points I, I' et J où le triangle de la composition des vitesses est isoscèle, c'est-à-dire pour lesquels la vitesse propre de l'aérostat a été égale à la vitesse réelle.

» D'autre part, en prenant les dimensions principales de l'aérostat, et

Boucle de la trajectoire de l'aérostat autour de la tour Eiffel.
Triangle isoscèle au point où la vitesse propre v est égale à la vitesse réelle w.



I, I', J, points où la vitesse propre v est égale à la vitesse réelle w;
u, vitesse du vent variant de $4^m,50$ à 5^m.

avec les données résultant de la puissance du moteur (16 chevaux), de l'effort obtenu par l'hélice (70^{kg}) j'ai, en appliquant les formules mêmes du colonel Renard et celles de M. Duroy de Bruignac, trouvé, pour la vitesse propre, des valeurs variant de 9^m à 10^m.

» Je puis donc conclure d'une façon positive et catégorique que, dans l'épreuve du 19 octobre, où M. Santos-Dumont a maîtrisé en quelque sorte

l'espace et le temps, il a atteint avec son aérostat une vitesse propre entre $8^m,50$ et 9^m, soit un gain de 2^m au moins sur la vitesse propre du ballon de Chalais dans les expériences célèbres de 1884 et 1885. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Influence des courants* vagabonds *sur le champ magnétique terrestre, à l'observatoire du Parc Saint-Maur.* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Les appareils de variations magnétiques, modifiés par certains dispositifs que j'ai indiqués précédemment (¹), notamment par l'emploi d'amortisseurs, permettent d'obtenir, dans la zone d'action des tramways électriques à trolley, des courbes de la déclinaison et de la composante horizontale, où l'influence des courants *vagabonds* est notablement atténuée (²).

» Il était nécessaire de rechercher si les courbes actuelles, assez réduites en épaisseur pour qu'il soit possible de les dépouiller, sinon avec toute la rigueur antérieure, au moins avec une certaine approximation, représentent fidèlement la marche diurne des éléments magnétiques.

» I. J'ai d'abord comparé, pour la période d'avril à septembre 1901, la marche diurne des trois éléments D, H, Z, obtenue simultanément à notre nouvelle station du Val-Joyeux (³), où fonctionne depuis un an le magnétographe réglementaire de M. Mascart, et à l'observatoire du Parc Saint-Maur qui, depuis le mois d'octobre 1900, se trouve sous l'influence des courants de tout un réseau de tramways électriques à trolley et où, pour ce motif, les appareils amortis ont été mis en service. Les deux stations sont à 35^{km} l'une de l'autre, à la même latitude. On peut admettre que la variation diurne y est identique; de plus, les éléments doivent y avoir la même marche pendant la suspension du service des tramways, de 2^h à 5^h.

» *Déclinaison.* — Le repère de la courbe, déduit des mesures absolues,

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 337.

(²) Depuis, les oscillations de la balance magnétique ont été amorties également, mais l'effet est beaucoup moins net, et les courbes de la composante verticale ne peuvent être dépouillées qu'après avoir été régularisées à la main. Comme les troubles causés par les courants des tramways ne sont pas symétriques sur l'axe de la courbe, la méthode du tracé moyen n'a qu'une valeur toute relative.

(³) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 30.

devrait être tel que l'écart à la moyenne fût de même valeur dans les deux stations, aux heures d'interruption du service des tramways. Or, les déclinaisons au Parc Saint-Maur sont plus faibles de 0',4 en moyenne, pendant cette période de calme, que celles du Val-Joyeux ; en leur appliquant cette correction, on trouve que, sauf vers le milieu du jour, cet élément est plus élevé qu'au Val-Joyeux, principalement entre 14^h et 23^h; de 18^h à 22^h l'excès atteint 0',9. En fait, la déclinaison, qui normalement passe par sa valeur moyenne à 18^h, n'y passe plus maintenant qu'à 21^h et même 22^h au Parc Saint-Maur.

» *Composante horizontale.* — Les mesures absolues actuelles de cet élément au Parc Saint-Maur ne sont pas non plus correctes, car elles conduisent à des valeurs plus faibles de 0,00007 qu'au Val-Joyeux pendant la période de calme, de 2^h à 5^h; en rétablissant la concordance, la composante horizontale observée au Parc Saint-Maur est trop élevée pendant tout le reste de la journée, mais surtout de 14^h à 20^h; l'excès maximum atteint 0,00011.

» *Composante verticale.* — Sous la réserve faite plus haut, cet élément subirait également un trouble de même sens que H. La force magnétique totale observée serait donc elle-même trop grande au Parc Saint-Maur pendant la durée du service des tramways.

» II. Pour rechercher si les écarts constatés dans la marche de la variation diurne ne seraient pas dus à la station du Val-Joyeux, située dans la région soumise à l'anomalie magnétique du bassin de Paris, j'ai ensuite comparé entre elles les observations du Parc Saint-Maur 1900 et 1901, pendant la même période (avril à septembre). Ces deux années sont voisines de l'époque du minimum des taches solaires, et la variation diurne des éléments magnétiques en 1901 est sensiblement égale à celle de 1900. Cette seconde comparaison accuse, pour tous les éléments, des écarts de même ordre et de même sens que la précédente. Les irrégularités constatées semblent donc bien imputables aux observations du Parc Saint-Maur de 1901.

» III. Enfin, la comparaison des variations non troublées du Parc Saint-Maur (avril-septembre 1900) avec celles du Val-Joyeux (avril-septembre 1901) fournit un autre argument en faveur de cette hypothèse. En raison du voisinage commun de l'époque du minimum des taches solaires, la marche des éléments magnétiques doit être sensiblement identique pour les deux séries : c'est précisément ce que montre ce nouveau rapprochement.

» Il résulte de ces comparaisons que si les courbes magnétiques actuelles ont pu être ramenées à une finesse relative par l'emploi d'amortisseurs, le champ terrestre est néanmoins perturbé à l'observatoire du Parc Saint-Maur depuis l'établissement du réseau de tramways électriques à trolley de l'Est parisien, et les troubles se manifestent non seulement sur la variation diurne, mais encore sur la valeur absolue des éléments magnétiques. »

PHYSIQUE. — *Sur l'auscultation des orages lointains et sur l'étude de la variation diurne de l'électricité atmosphérique*. Note de M. **Th. Tommasina**, présentée par M. A. Cornu.

« Une nouvelle série d'observations des orages lointains par auscultation au moyen de l'électroradiophone me permet de confirmer les résultats décrits dans ma Note du 26 novembre 1900 (¹) et d'en signaler d'autres.

» De premières observations ont été faites avec le même dispositif, sauf l'isolement des extrémités des antennes, pour lequel j'ai adopté trois isolateurs du même type que les isolateurs de Mascart, et j'en ai placé un dans la maison, auquel venaient aboutir les trois fils d'antenne. C'est avec ce dispositif que j'ai pu constater pendant un orage qui s'avançait dans le champ visuel délimité par les trois fils s'élargissant en éventail, que *certains éclairs semblent dus à des décharges non oscillantes,* car l'électroradiophone n'en donnait aucun signe perceptible ; ce point étant très discuté, je crois utile de signaler cette observation.

» Plus tard, ayant prolongé de 120^m l'antenne centrale, comme je le décrirai dans la suite, j'ai pu écouter les orages qui avaient lieu pendant la nuit du 29 au 30 octobre, à plus de 200^{km} d'Intra (lac Majeur), en Ligurie, et pendant la nuit du 1er au 2 novembre, sur la mer, près des côtes de l'île d'Elbe, ainsi dans une zone de plus de 400^{km} de rayon.

» Cette grande distance à laquelle les orages peuvent être perçus a été constatée aussi par le professeur Boggio Lera à l'observatoire météorologique de Catane, entre Catane (Sicile) et Foggia (Italie méridionale), 430^{km} (²).

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXXI, p. 876-878.

(²) *Atti dell' Accademia Gioenia di Scienze naturali in Catania,* 4e série, vol. XIV, octobre 1901.

» La raison qui m'avait conduit à modifier mon système d'antennes est la suivante : Pendant les auscultations que je faisais à intervalles variables de 7^h du matin à minuit, prenant note chaque fois de la hauteur du baromètre, de l'état hygrométrique de l'air, de la température et de l'état du ciel, j'avais entendu toujours de très légers chocs dans l'appareil. Ces chocs avaient un caractère spécial ; ils se produisaient à intervalles plus ou moins rapprochés, suivant les heures, mais assez réguliers pendant le temps de chaque observation. Ce n'était pas le bruit des orages, ni celui qui indique un changement du temps ou plus particulièrement la pluie.

» L'appareil qui donnait le mieux ce phénomène était un électroradiophone très sensible dont le cohéreur décohérent n'était pas à contact charbon-charbon, mais charbon-bismuth, formé d'un seul fragment de bismuth (lame mince de clivage) placé entre deux cylindres de charbon.

» J'ai pu reconnaître facilement que le phénomène est dû à une charge statique, les antennes fonctionnant aussi comme collecteur de l'électricité atmosphérique. En effet, si l'on ôtait la communication avec la terre, le bruit ne se reproduisait plus, de même en la rétablissant et en interrompant celle avec les antennes. D'ailleurs, en insérant directement l'électroradiophone sans pile entre le fil de terre et le fil aérien, le bruit se produisait encore mais plus faiblement.

» Pour augmenter la surface collectrice et dans le but aussi d'étendre plus loin la perception des orages, j'ai alors tendu presque horizontalement un fil de fer galvanisé de 1^{mm} d'épaisseur et de 120^m environ de longueur, allant sous le toit d'une maison en construction à 16^m de hauteur et fixé à chaque extrémité à un isolateur. Un bon contact était établi entre ce fil et l'antenne centrale de 30^m de long du premier faisceau, ce qui, avec les deux autres fils, faisait un total de 210^m d'antennes. Obtenue ainsi l'augmentation de l'effet, j'ai pu m'assurer que le phénomène a lieu constamment jour et nuit. Lorsque aucune action météorique n'intervenait, la moyenne était de 5 à 6 décharges par minute seulement.

» Quant à la variation diurne de l'électricité atmosphérique, j'ai pu constater les deux maxima du matin et du soir, la première beaucoup moins accentuée que la deuxième. En outre, dans ces observations, bien qu'en nombre très limité, faites depuis la moitié d'octobre au 7 novembre, j'ai reconnu *une diminution progressive de l'intensité du maximum du matin avec tendance à disparaître pour former une seule oscillation ayant son maximum dans les premières heures de la nuit.*

» L'automne exceptionnelle de cette année, très favorable pour l'étude des orages, ne l'était pas pour cette nouvelle application de l'électroradiophone, mais j'ai pu faire un nombre suffisant d'observations pour me convaincre de son utilité. Un électroradiophone sans pile en communication

par l'une des bornes à une mise à la terre, facile à établir, et par l'autre borne relié à l'aide d'un fil en aluminium à un cerf-volant, constitue un dispositif bien simple pour les excursions, spécialement en montagne, ayant pour but l'étude des variations diurnes du potentiel électrique de l'atmosphère. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages d'aluminium et de magnésium.* Note de M. O. **Boudouard**, présentée par M. Troost.

« Une étude précédente sur la fusibilité des alliages d'aluminium et de magnésium [1] m'avait fait prévoir l'existence d'au moins deux combinaisons définies : $AlMg^2$ et AlMg. En utilisant les données fournies, d'une part, par la Métallographie microscopique, d'autre part par les méthodes chimiques, je suis arrivé à isoler, en plus des deux combinaisons précitées, la combinaison Al^4Mg.

» J'ai d'abord essayé d'appliquer à l'aluminium et au magnésium la méthode de superposition des métaux préconisée par M. Le Chatelier [2] pour les alliages cuivre-aluminium et cuivre-zinc. Aux difficultés inhérentes à la méthode elle-même (formation d'une couche d'oxyde à la surface des métaux) s'en ajoute une nouvelle due à la facilité avec laquelle le magnésium brûle à l'air. Les résultats, peu satisfaisants en général, m'ont cependant permis de mettre en évidence les cristaux d'une combinaison dont l'analyse répond à la formule Al^4Mg. Ces cristaux ont été séparés par attaque du culot métallique par l'acide chlorhydrique à 10 pour 100; ils ont donné à l'analyse :

Al............	81,5	82,3	Mg...........	18,9	17,5

» Étant donnés ces premiers résultats, j'ai donc été obligé de reprendre la méthode ordinaire : faire une série d'alliages de compositions différentes et les étudier successivement de façon à ne pas laisser inaperçues quelques combinaisons.

» *Métallographie microscopique.* — En faisant varier les proportions d'aluminium de 0 à 100, j'ai préparé une série de neuf échantillons qui ont été examinés au microscope Le Chatelier. L'examen des surfaces polies était

(1) *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 1325.
(2) *Bull. Soc. d'Encouragement,* septembre 1901.

fait avant et après attaque par des réactifs convenables. Les attaques ayant toutes eu lieu au trempé, voici ce que j'ai obtenu :

» L'acide chlorhydrique et la potasse décèlent l'existence, dans l'échantillon 70 Al — 30 Mg, de magnifiques dendrites, dont quelques-uns rappellent les formes cristallines hexagonales de la glace. L'attaque de l'échantillon 30 Al — 70 Mg par l'acide chlorhydrique et le chlorure d'ammonium met à nu des cristaux arborescents très nets, noyés dans une masse de texture analogue à la perlite, formée très probablement par un eutectique.

» L'échantillon 40 Al — 60 Mg, par une attaque modérée à l'acide chlorhydrique, laisse paraître des cristaux irréguliers dans lesquels on peut reconnaître la forme générale de dendrites. L'examen micrographique du culot 50 Al — 50 Mg ne m'a donné rien de bien net.

» *Combinaisons définies.* — Dans cette deuxième partie, je vais indiquer les moyens qui m'ont permis d'isoler les combinaisons définies de magnésium et d'aluminium, par suite de confirmer les indications données par l'étude de la fusibilité de ces alliages, ainsi que par leur examen microscopique.

» 1° $AlMg^2$. — On traite à froid le culot métallique 30 Al — 70 Mg par le chlorhydrate d'ammoniaque à 10 pour 100; il se fait un dégagement gazeux, et il reste dans le fond du verre une poudre cristalline que l'on recueille et analyse. Les résultats obtenus sont très concordants :

Al.....	35,4	36,7	35,8	35,8	34,9	35,4
Mg.....	64,4	63,2	64,3	64,1	65,1	64,5

» On peut aussi isoler la combinaison $AlMg^2$ par l'emploi de l'acide chlorhydrique à 10 pour 100; un essai m'a donné 34,5 d'aluminium, magnésium non dosé.

» La composition centésimale théorique de $AlMg^2$ correspond à 36 d'aluminium et 64 de magnésium.

» La densité de $AlMg^2$, par les liquides lourds, est de 2,03.

» 2° AlMg. — Pour obtenir cette combinaison définie, il suffit de traiter à chaud les culots métalliques 40 Al — 60 Mg et 50 Al — 50 Mg par le chlorhydrate d'ammoniaque à 10 pour 100. L'analyse de la poudre cristalline obtenue a donné les résultats suivants :

» (*a*) Pour les cristaux venant du culot 40 Al — 60 Mg :

Al....................	52,1	53,4
Mg....................	48,0	46,7

» (*b*) Pour les cristaux venant du culot 50 Al — 50 Mg :

Al....................	51,4	51,5
Mg....................	48,4	48,6

» J'ai indiqué précédemment avoir essayé de faire des culots métalliques par superposition des deux métaux; dans tous les cas, la partie supérieure de ces culots était excessivement cassante; l'analyse de quelques fragments m'a donné 53,5 Al et 46,5 Mg.

» La composition centésimale théorique de AlMg correspond à 52,9 d'aluminium et 47,1 de magnésium.

» La densité de AlMg, par les liquides lourds, est 2,15.

» 3° Al^4Mg. — Le meilleur procédé permettant d'obtenir la combinaison définie Al^4Mg consiste à traiter le culot 70 Al — 30 Mg par l'acide chlorhydrique à 10 pour 100, à froid. Il reste une poudre cristalline qui donne, à l'analyse, 82 d'aluminium et 18,1 de magnésium; ces résultats s'accordent avec ceux mentionnés plus haut :

Al..................	81,5	82,3
Mg..................	18,9	17,5

» La composition centésimale théorique de Al^4Mg correspond à 81,8 d'aluminium et 18,2 de magnésium.

» La densité de Al^4Mg, par les liquides lourds, est 2,58. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages du strontium avec le zinc et le cadmium.* Note de M. **Henri Gautier**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les propriétés du strontium sont actuellement peu connues, et ce que nous en savons résulte de l'étude de produits dont aucune analyse n'a jamais été publiée. Les savants qui se sont occupés de ce métal, Davy, Bunsen et Matthiessen, se sont principalement attachés à l'isolement du calcium et ne consacrent que peu de lignes à la préparation du strontium, qu'ils se bornent à donner comme identique à celle du calcium.

» A la fin de son Mémoire relatif à la préparation du calcium, Caron annonce qu'il a obtenu des alliages du zinc avec le baryum et avec le strontium, mais il n'en donne ni les analyses ni les propriétés et ne dit pas s'il est parvenu à en extraire le métal alcalino-terreux.

» Le peu de précision de ces résultats m'a engagé à reprendre l'étude de la préparation du strontium; ce sont les premiers résultats de cette étude que je viens soumettre à l'Académie.

» J'ai d'abord cherché à répéter, avec le chlorure de strontium, l'expérience décrite par Caron pour la préparation de l'alliage zinc-calcium à partir du chlorure de calcium. Il se forme bien, dans ces conditions, un alliage de zinc et de strontium, mais, en faisant varier les proportions de matières employées et la température de réaction, il m'a été impossible d'arriver à un alliage renfermant plus de 2 pour 100 à 3 pour 100 de strontium.

» Pour faciliter la mise en liberté du strontium et la formation de son alliage avec le zinc, j'ai alors songé à traiter le chlorure de strontium par le sodium, en présence, non plus du zinc, mais du chlorure de zinc.

» L'opération a été faite en mettant en présence 100gr de sodium avec 200gr d'un mélange à poids égaux de chlorures de strontium et de zinc préalablement fondu. Ces substances ont été placées dans un creuset en fer muni d'un couvercle à vis, et l'on a chauffé le tout au rouge franc pendant une heure environ.

» Après refroidissement, quand on ouvre le creuset, on trouve à la partie supérieure un alliage ternaire de sodium, zinc et strontium. Celui-ci a été divisé en petits fragments et traité par l'alcool absolu pour éliminer le sodium; on obtient pour résidu de cette attaque une poudre métallique s'altérant facilement à l'humidité et que l'on sèche dans un courant d'hydrogène sec après lavage à l'éther anhydre. Cet alliage présente une teneur en strontium qui varie de 12 à 14 pour 100. Il est donc beaucoup plus riche que celui fourni par la méthode de Caron, mais le rendement total en alliage est toujours faible. Le chlorure de zinc est, en effet, très volatil à la température à laquelle on opère; il en est de même du sodium, et ces deux vapeurs viennent réagir à la partie supérieure du creuset sans donner lieu à l'effet utile que l'on cherchait à obtenir par la mise en liberté du zinc au contact même du chlorure de strontium.

» Dans une autre série d'essais, j'ai remplacé le chlorure de strontium par l'iodure. La différence des chaleurs de formation des iodures de sodium et de strontium étant supérieure à celle des chlorures correspondants, on pouvait espérer, par cette substitution, arriver à des alliages plus riches. L'expérience est venue confirmer cette prévision.

» On a opéré, dans un creuset en fer à couvercle vissé, avec un mélange de 100gr de zinc, 50gr de sodium et 200gr d'iodure de strontium parfaitement sec. Le fond du creuset ayant été maintenu pendant deux heures au rouge cerise, tandis que le haut n'était qu'au rouge sombre, on a trouvé, après refroidissement, le contenu du creuset divisé en trois couches distinctes : une supérieure, peu épaisse, formée de sodium; une moyenne, verdâtre, contenant de l'iodure de sodium, et enfin une couche inférieure parfaitement fondue, dure, cassante et constituée par un alliage de zinc et strontium à 18 pour 100 de ce dernier avec des traces de sodium. Avec les proportions indiquées, le rendement en alliage est de 100gr environ.

» Je ne pouvais chercher à extraire le strontium de cet alliage par distillation du zinc dans un creuset de charbon, comme Caron l'avait proposé pour le calcium, car j'aurais vraisemblablement obtenu pour résidu du carbure de strontium, et j'ai alors songé à mettre à profit, pour la séparation des deux métaux, l'extrême volatilité du zinc dans le vide signalée, il y a longtemps déjà, par M. Demarçay (¹) pour le zinc

(¹) Demarçay, *Comptes rendus*, t. XCV, p. 183

et quelques autres métaux. Je pensais que le zinc pourrait distiller et que j'obtiendrais le strontium comme résidu.

» L'alliage de zinc et de strontium, contenu dans une nacelle de fer, a été placé dans un tube en porcelaine de Berlin, relié à une extrémité, par un mastiquage, à une trompe à mercure et fermé, à l'autre, par un plan de verre rodé permettant d'observer ce qui se passait dans le tube. Le tube de porcelaine était chauffé au moyen du dispositif préconisé depuis plusieurs années par M. Charpy dans ses recherches sur la trempe de l'acier ([1]) et qui consiste à entourer le tube d'une spirale métallique maintenue chaude par le passage d'un courant d'une intensité donnée.

» J'ai chauffé d'abord deux heures à 350°, puis ensuite une heure au rouge sombre. A l'ouverture du tube, il ne restait rien dans la nacelle; le strontium s'était volatilisé en même temps que le zinc.

» Des essais analogues ont été alors recommencés en remplaçant le zinc par le cadmium, qui est beaucoup plus volatil.

» En opérant comme avec le zinc, on obtient des alliages de cadmium-strontium renfermant en moyenne 18 à 20 pour 100 de métal alcalino-terreux. Ces alliages peuvent être enrichis par distillation dans le vide dans un tube de verre, à une température de 250° à 300° environ. Après trois heures de chauffe d'un alliage à 20 pour 100, je suis arrivé à 28 pour 100; en chauffant pendant une journée entière, j'ai obtenu un alliage à 45 pour 100.

» L'alliage riche prend par la lime un beau poli, mais la surface brillante se ternit très vite au contact de l'air.

» Il décompose l'eau rapidement en laissant un résidu de cadmium pulvérulent.

» Dans l'oxygène, il brûle lentement au rouge sombre en se recouvrant d'oxyde qui ralentit la combustion.

» Au contact du soufre fondu et bien avant l'ébullition, il y a une vive incandescence, formation de sulfure de strontium et de sulfure jaune de cadmium.

» La vapeur de phosphore réagit lentement au rouge en donnant un phosphure décomposable par l'eau.

» Dans le chlore, l'alliage donne lieu à une combustion extrêmement vive sous l'influence d'une légère élévation de température; il se forme du chlorure de strontium et du chlorure de cadmium qui se trouve volatilisé.

» L'iode réagit avec incandescence au rouge sombre.

» Enfin l'alliage absorbe l'hydrogène au rouge sombre pour donner de l'hydrure de strontium qui peut être séparé du cadmium par vaporisation

---

([1]) Charpy, *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 1895.

de ce dernier dans le vide. L'hydrure qui se forme ainsi est blanc, très altérable à l'air; celui que j'ai obtenu contenait un peu de strontiane et son analyse, déduction faite de cette strontiane, conduit, pour l'hydrure, à la formule SrH^2.

» Je poursuis l'étude de ces réactions et j'espère pouvoir bientôt soumettre de nouveaux résultats à l'Académie. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'état du silicium dans les fontes et les ferrosiliciums à faible teneur.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les différents auteurs qui se sont occupés de rechercher sous quelle forme existe le silicium dans les fontes et dans les aciers n'ont pu jusqu'ici émettre une opinion décisive.

» M. Osmond (¹), continuant les expériences calorimétriques de MM. Troost et Hautefeuille (²) sur des fers siliciés à teneur plus faible en silicium, conclut de ses déterminations que « le silicium peut se combiner au fer avec dégagement de chaleur, mais le composé formé est dissocié par un excès de fer et ne subsiste que lorsque la pression du silicium dans l'alliage est suffisante ».

» Dans son travail sur la résistance électrique des aciers, M. Le Chatelier (³) admet, par analogie avec ce qui se passe pour beaucoup d'autres alliages, que dans les aciers le silicium n'est pas isolé à l'état de siliciure, mais se trouve « à l'état de mélange » homogène, dissolution solide ou mélange isomorphe, comme l'est le carbone de » trempe ».

» D'autre part, MM. Carnot et Goutal (⁴) ne purent isoler aucun siliciure défini des fontes siliciées ordinaires. Ils s'expriment ainsi : « Nous sommes portés à croire que » le refroidissement produit la décomposition du siliciure Si Fe ou bien que ce siliciure » constitue avec l'excès de fer une dissolution solide ou mélange homogène. »

» Enfin, M. Stead (⁵), étudiant par les procédés micrographiques l'influence du silicium à des teneurs voisines de 4 pour 100, admet que tout ce métalloïde est à l'état de solution solide dans le fer, qui garde sa forme habituelle très bien développée.

» De notre côté nous n'avons rencontré aucun composé de fer et de

(¹) Osmond, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 474; 1891.
(²) Troost et Hautefeuille, *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 264.
(³) Le Chatelier, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1709; 1898.
(⁴) Carnot et Goutal, *Annales des Mines*, t. XVII; 1900.
(⁵) Stead, *Journal of the Iron Institut*, 1898.

silicium dans les résidus des traitements des fontes siliceuses par les réactifs les plus variés. Toutefois, cette étude des fontes siliceuses et celle que nous avons faite des propriétés des siliciures de fer définis nous permettent d'affirmer que le silicium existe dans les fontes à l'état combiné sous la forme de siliciure $SiFe^2$.

» Il nous a été facile d'établir, que le silicium est entièrement combiné dans ces produits métallurgiques, par l'examen méthodique de leurs résidus d'attaque par l'acide azotique ou le chlorure double de cuivre et de potassium. Nous nous étions assurés préalablement que ces réactifs étaient absolument sans action sur le silicium amorphe, alors même qu'il est très divisé. En chauffant pendant douze heures un poids déterminé de silicium amorphe très léger, provenant de la lévigation d'un silicium amorphe préparé par le procédé de M. Vigouroux, avec ces solutions, nous avons toujours retrouvé intégralement le silicium employé. Or, dans aucun cas, les résidus de l'attaque des fontes par ces mêmes liquides ne renfermaient de silicium libre. Il ne peut donc y avoir de doute sur ce point.

» Il nous restait à déterminer la nature du composé défini de fer et de sicilium pouvant exister dans ces produits.

» Dans la série des expériences que nous avons faites, sur la préparation des siliciures de fer définis et notamment dans l'étude des combinaisons qui sont susceptibles de prendre naissance, lorsque l'on fait varier les facteurs du système : cuivre, fer, silicium, nous n'avons jamais obtenu de siliciure de fer renfermant une quantité de silicium inférieure à celle exigée par la formule $SiFe^2$. Les seuls composés que nous avons pu préparer sont les siliciures Si^2Fe, $SiFe$ et $SiFe^2$.

» Le siliciure de fer Si^2Fe ne se formant qu'en présence d'un grand excès de silicium ne présente aucun intérêt dans ce cas. Quant au siliciure $SiFe$, l'examen de ses propriétés nous a montré qu'il était facilement dissociable et ne saurait exister dans un milieu pauvre en silicium. Cette facile dissociation a été établie dans un certain nombre d'expériences parmi lesquelles nous citerons la suivante :

» Un poids déterminé de ce composé $SiFe$ a été additionné d'une quantité d'argent suffisante pour le dissoudre complètement. On a fondu le mélange. Le culot obtenu a été ensuite traité par l'acide azotique. Le résidu insoluble renfermait, au lieu du siliciure $SiFe$ non magnétique, le siliciure $SiFe^2$ magnétique et du silicium libre. Ce dernier a pu être isolé par l'action de l'acide fluorhydrique. En opérant sur très peu de matière nous avons pu obtenir une décomposition presque totale suivant l'équation

$$2\,SiFe = SiFe^2 + Si.$$

» Poids d'argent employé, $16^{gr},8$; siliciure (SiFe), $0^{gr},208$; Si libre isolé par HF, $0^{gr},031$. Théorie pour $2SiFe = SiFe^2 + Si$: Si libéré par $0^{gr},208$ SiFe, $0^{gr},034$.

» Le composé SiFe ne pourra donc pas exister en présence d'un excès de fer et ne peut en conséquence être un constituant des fontes siliceuses.

» Il n'en est plus de même pour le siliciure $SiFe^2$. Ce dernier ne se dissocie pas lorsqu'on le chauffe dans l'argent. Il se dissout dans ce métal en fusion; mais, après refroidissement et attaque du culot par l'acide azotique, on le retrouve en totalité. Il n'y a pas trace de fer dans la solution, ni de silicium libre.

» Les résultats ont été identiques à la température d'ébullition de l'argent au four électrique, et à la température de 1000°, déterminée à l'aide de la pince thermoélectrique.

» Ce composé doit donc exister dans les fontes, et il est facile d'expliquer pourquoi il ne se retrouve pas dans les résidus d'attaque par les réactifs habituels. En effet, le siliciure $SiFe^2$ en cristaux, préparé au four électrique, est à peu près inattaquable par l'acide azotique étendu ou concentré; mais, si on le porphyrise, il s'altère très lentement et, après dix à douze heures, on constate la présence de fer en solution, et la poussière cristalline examinée au microscope a perdu son éclat. Chaque petit fragment est entouré d'une gaine de silice opalescente. Si l'on tient compte de la grande solubilité de ce composé dans le fer, on voit qu'il peut donner avec facilité une solution solide dans laquelle son état d'extrême division le rend attaquable par les différents réactifs : cette propriété étant déjà manifeste pour un produit de synthèse très divisé. Ajoutons que la température de la formation et l'état allotropique du fer dans cette combinaison peuvent également jouer un rôle.

» Nous pouvons donc conclure que les fontes siliceuses renferment tout le silicium à l'état combiné sous la forme du siliciure $SiFe^2$. Ce composé étant très soluble dans un excès de fer donne facilement une masse homogène par refroidissement. Il ne pourra apparaître à l'état isolé, dans les produits siliciés, que lorsqu'il sera en proportion supérieure à celle que devra renfermer la solution saturée dans le fer, vers son point de solidification. Ces résultats sont d'ailleurs en parfait accord avec les expériences de M. Le Chatelier et les examens micrographiques de M. Stead. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un moyen pratique de préparer l'alcool butylique trichloré*. Note de M. Marcel Guédras.

« L'alcool butylique trichloré est préparé d'une façon rapide en opérant comme il suit :

» Dans un petit ballon, on place de la potasse caustique et, au moyen d'une ampoule à robinet, on fait tomber goutte à goutte un mélange de chloroforme et d'acétone, à volumes égaux. Pendant cette opération, on chauffe le ballon à 30°.

» Une fois le mélange introduit entièrement, on maintient la masse à cette température (50°) pendant une heure; puis on chauffe vers 60°, mais sans atteindre 70°, afin d'enlever par distillation l'excès d'acétone (point d'ébullition, 56°) et le chloroforme (point d'ébullition, 60°); il reste dans le ballon l'alcool trichlorobutylique et de la potasse, ainsi que des impuretés :

$$CHCC^3 + CH^3 - CO - CH^3 + KOH = CCC^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\overset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}} - OH + KOH.$$

» Le contenu du ballon est traité par un courant de vapeur d'eau qui entraîne l'alcool trichlorobutylique et qui, par refroidissement, l'abandonne sous forme de cristaux blancs.

» Cet alcool possède une odeur camphrée très caractéristique; il fond à 80°-81° C. et bout à 167°.

» Il est presque insoluble dans H^2O froide; à chaud, soluble à raison de 2 pour 100; soluble dans l'éther, la benzine, l'acide acétique glacial, l'alcool fort, le chloroforme et l'acétone.

» Les alcalis étendus et les acides faibles sont sans action sur lui.

» L'alcool trichlorobutylique est un anesthésique local et possède aussi des propriétés antiseptiques. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la nutrition de la plantule aux dépens de ses cotylédons*. Note de M. G. André.

« La nutrition de la plantule aux dépens de ses cotylédons a fait, il y a déjà longtemps, l'objet d'un Travail très complet de la part de Sachs [1].

---

(1) *Sitzungsber. mathem. naturw. Klasse der kaiserl. Akad. d. Wissensch.*, t. XXXVII, p. 57; 1859.

J. Schrœder ([1]) s'est inspiré de ce Travail pour étudier, au point de vue chimique, les résultats de cette nutrition. La graine choisie était celle du Haricot d'Espagne, dont la germination a été effectuée dans l'eau pure seulement. Il m'a paru utile, pour compléter les recherches que je poursuis depuis quelque temps sur ce sujet, d'examiner ce qui se passe chez cette même graine lorsqu'on la fait germer dans un bon sol de culture.

» Je me suis contenté, dans les différentes prises d'essai, de séparer aussi exactement que possible les cotylédons de la plantule totale, comprenant : racines, tige, feuilles. Les graines ont été semées le 29 juin 1901; la première prise d'essai, effectuée le 10 juillet, correspondait à des plantules ayant en moyenne 8^{cm} à 10^{cm} de hauteur. On a mis fin à l'expérience au moment où la plantule seule avait à peu près atteint le poids de la graine initiale.

» Voici le Tableau des expériences :

	Poids sec.	Cendres.	Silice.
	Cotyléd. Plantes.	Cotyléd. Plantes.	Cotyléd. Plantes.
29 juin; 100 graines	135,40 gr	5,06 gr	0,021 gr
1re prise, 8 juill.; 100 unités	86,36 gr + 26,55 gr = 112,91	4,188 gr + 3,432 gr = 7,620	0,613 gr + 1,109 gr = 1,722
2e » 10 » »	55,24 + 49,32 = 104,56	3,027 + 6,455 = 9,482	0,336 + 2,017 = 2,352
3e » 12 » »	34,35 + 78,55 = 112,90	2,122 + 11,845 = 13,967	0,247 + 3,495 = 3,742
4e » 14 » »	29,80 + 86,07 = 115,87	2,410 + 13,512 = 15,922	0,652 + 3,313 = 3,965
5e » 16 » »	29,16 + 125,38 = 154.54	2,014 + 20,888 = 22,902	0,242 + 5,391 = 5,633

	Chaux.	Acide phosphorique.	Potasse.	Azote total.
	Cotyléd. Plantes.	Cotyléd. Plantes.	Cotyléd. Plantes.	Cotyl. Plantes.
	0,311 gr	1,706 gr	2,477 gr	4,61 gr
1.......	0,431 gr + 0.172 gr = 0,603	0,854 gr + 0,860 gr = 1,714	1,597 gr + 0,833 gr = 2,430	2,81 gr + 1,79 gr = 4,60
2.......	0,480 + 0,567 = 1,047	0,497 + 1,203 = 1,700	0,999 + 1,691 = 2,690	1,82 + 3,08 = 4,90
3.......	0,494 + 1,680 = 2,174	0,233 + 1,531 = 1,764	0,501 + 2,387 = 2,888	0,76 + 4,06 = 4,82
4.......	0,563 + 2,323 = 2,886	0,187 + 1,704 = 1,891	0,399 + 3,520 = 3,919	0,62 + 4,82 = 5,44
5.	0,545 + 3,447 = 3,992	0,215 + 2,006 = 2,221	0,454 + 5,228 = 5,682	0,67 + 6,03 = 6,70

» I. Les cotylédons, conformément aux expériences de Schrœder, apparaissent comme les réservoirs de matière minérale de la jeune plante, mais avec quelques particularités nouvelles résultant de ce fait que la graine a germé dans le sol. La teneur en cendres de ces cotylédons va sans cesse en diminuant et, lorsque le poids de la

([1]) *Untersuchungen über die Vertheilung des Stickstoffs und der Mineralbestandtheile bei Keimung der Schminkbohnen* (*Land. vers. Stat.*, t. X, p. 493; 1868).

plantule atteint presque celui de la graine initiale, à la cinquième prise d'échantillon, les cendres des cotylédons ne pèsent plus que les $\frac{2}{5}$ de celles de la graine, bien qu'il y ait eu absorption régulière, depuis le début de la germination, de silice et de chaux.

» On peut calculer, d'après les chiffres du Tableau qni précède, ce que la jeune plante gagne à chaque instant tant comme matière organique que comme matière minérale.

» Ne pouvant entrer ici dans les détails, je dirai très sommairement que si la plante emprunte, à la première prise d'échantillon, la presque totalité de sa matière organique aux cotylédons, dès la troisième prise cet emprunt est nul; le gain de matière organique réalisé par la plante dépassant la perte de substance des cotylédons. Étant donnée la présence de quatre feuilles bien vertes, la fonction chlorophyllienne doit s'exercer maintenant dans une large mesure. Ce terme peut être regardé comme la fin de la germination proprement dite, la plante ne prenant plus désormais à ses cotylédons qu'une faible quantité de matière minérale et une quantité plus faible encore, sinon douteuse, de matière organique.

» II. La silice et la chaux sont absorbées dès le début de la germination, ainsi que je l'ai signalé antérieurement (*Comptes rendus,* t. CXXIX, p. 1262; 1899). Or les cotylédons eux-mêmes tirent continuellement du sol ces deux substances fixes. Cette absorption, régulière dans le cas de la chaux, répond probablement à un simple phénomène d'osmose, en relation peut-être avec la transformation des hydrates de carbone facilement saccharifiables en cellulose. L'acide phosphorique et l'azote ne varient pas dans les trois premières prises d'échantillon. La quantité de ces deux éléments que perdent les cotylédons se retrouve chez les plantules. Celles-ci, au contraire, absorbent des quantités très notables de silice et de chaux. Au moment du minimum de la matière sèche (deuxième prise), la silice est à peu près cent fois plus forte dans la plantule et seize fois dans les cotylédons que dans la graine initiale. La chaux, à la même période, est, dans la plantule, environ deux fois et, dans les cotylédons, une fois et demie plus forte que dans la graine.

» III. Voici les remarques qu'on l'on peut faire sur les relations existant entre l'azote et l'acide phosphorique. La plante ne commence à emprunter de l'acide phosphorique au sol qu'au moment où elle lui emprunte en même temps de l'azote. Si l'on prend, chez les cotylédons, le rapport entre la teneur de l'azote et celle de l'acide phosphorique, aux différentes périodes, on trouve que ce rapport ne varie guère; azote et acide phosphorique quittent donc les cotylédons en mêmes proportions relatives. Il ne reste dans 100 cotylédons, à la cinquième prise, que le $\frac{1}{7}$ de l'azote et le $\frac{1}{8}$ de l'acide phosphorique qui existaient primitivement dans 100 graines sèches. Quant à la potasse, ainsi que je l'ai déjà démontré, elle est absorbée par la plante sitôt que la fonction chlorophyllienne commence à s'exercer d'une manière efficace, c'est-à-dire à la troisième prise d'échantillon que nous avons regardée comme représentant la fin de la germination. A la cinquième prise, les cotylédons ne renferment plus que le cinquième de la potasse initiale.

» Tels sont les faits qui traduisent la nutrition minérale de la plantule lorsque la graine se trouve dans les conditions normales de la germination. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Structure des ganglions lymphatiques de l'Oie.* Note de MM. L. **Vialleton** et G. **Fleury**, présentée par M. Bouchard.

« Les ganglions lymphatiques sont en petit nombre chez les Oiseaux. Ils sont placés sur les lymphatiques du cou, au voisinage de l'embouchure de ces vaisseaux dans les veines jugulaires. Chez l'Oie, ce sont de petits corps fusiformes, mous, de couleur rougeâtre, paraissant constituer de simples dilatations du tronc lymphatique sur lequel ils se trouvent.

» Si l'on pousse une injection dans les lymphatiques du cou, on la voit traverser le ganglion correspondant, le gonfler et, simultanément, passer dans le ou les efférents qui en partent. De là l'injection arrive rapidement dans la jugulaire qu'elle remplit. Lorsqu'on l'a faite avec un liquide fixateur, tel qu'un mélange picro-osmio-argentique, on obtient ensuite d'excellentes préparations. Concurremment avec cette méthode, nous avons employé les fixations par les liquides de Flemming ou de Zenker, et les injections intravasculaires de gélatine colorée.

» Sur les coupes, le ganglion se montre entouré d'une capsule fibreuse mince, infiltrée de leucocytes. Cette capsule n'envoie aucun prolongement dans l'intérieur de l'organe qui, par suite, n'est pas cloisonné. En dedans de la capsule on trouve : 1° des follicules lymphatiques; 2° des cordons de substance lymphoïde, anastomosés entre eux et s'étendant de toutes parts entre la capsule et les follicules sur lesquels ils s'insèrent. Follicules et cordons sont distribués sans ordre et se trouvent aussi bien à la périphérie, sous la capsule, qu'au centre même de l'organe.

» Entre les cordons existent des espaces communiquant tous entre eux : ce sont les voies de la lymphe. L'injection de gélatine colorée faite par les lymphatiques les remplit; l'injection de nitrate d'argent montre qu'ils sont limités par un endothélium continu qui revêt les cordons et les follicules. Ces voies lymphatiques sont plus développées à la périphérie, où elles forment des troncs longitudinaux, placés immédiatement sous la capsule et par lesquels une partie de la lymphe peut passer directement de l'afférent à l'efférent, ce qui explique la rapidité avec laquelle ce dernier se remplit, contrairement à ce que l'on observe dans les ganglions des Mammifères.

» Les préparations faites après injection de nitrate d'argent, et dans lesquelles ces sinus lymphatiques restent béants, ressemblent beaucoup, à un faible grossissement, à celles de la rate. Les follicules représentent les corpuscules de Malpighi, épars comme eux dans la coupe, et les cordons lymphoïdes rappellent les cordons pulpaires. Mais cette ressemblance est toute superficielle et purement architecturale, car les espaces compris entre les cordons sont de nature lymphatique, et non des veines comme dans la rate.

» Ces sinus intraganglionnaires correspondent aux voies lymphatiques des ganglions des Mammifères, mais, contrairement à ces dernières, ils ne sont jamais cloisonnés par du tissu réticulé ni par des lames connectives parties de la capsule; ils sont absolument libres et ne renferment que les éléments de la lymphe et du sang. Sur les

coupes faites après immersion du ganglion dans le liquide de Zenker et sans injection préalable, on trouve dans les sinus une certaine quantité de leucocytes de divers ordres (lymphocytes, gros mononucléaires, éosinophiles), et un grand nombre de globules rouges, mais ces éléments, n'étant pas maintenus en place par les mailles d'un réticulum, n'encombrent pas complètement les sinus que l'on voit toujours, sans qu'il soit besoin de traiter les préparations par le pinceau, comme c'est le cas pour les ganglions des Mammifères.

» Les follicules et les cordons présentent la structure des follicules et des cordons folliculaires des ganglions des Mammifères. Dans les cordons les plus minces, les lymphocytes étant relativement moins nombreux, le tissu de charpente se distingue mieux et, par suite, la coloration est un peu différente de celle des autres cordons. La distribution des vaisseaux sanguins n'offre rien de particulier. Les artérioles sont munies d'une petite gaine lymphatique propre, bien visible après l'injection des lymphatiques au bleu de Prusse.

» En somme, la structure de ces organes permet de les considérer comme des ganglions lymphatiques simples, dont les éléments constituants sont distribués d'une manière homogène (il n'y a pas de substance corticale ni de substance médullaire), et dont les voies lymphatiques présentent une simplicité très grande, puisqu'elles sont libres et non cloisonnées par un réticulum.

» La distribution de ces voies et de la substance lymphoïde rappelle assez bien celle qui a été représentée par R. Hertwig (1) dans la couche lymphoïde qui enveloppe le ventricule et le bulbe artériel de l'Esturgeon; mais il ne s'agit pas là d'un ganglion lymphatique vrai, et il vaut mieux chercher ailleurs un terme de comparaison. L'embryologie en fournit un bien plus exact : les ganglions lymphatiques de l'Oie ressemblent à un ganglion de Mammifère inachevé, Chievitz (2) a indiqué que, dans l'embryon humain, les ganglions sont formés de cordons ou de nodules séparés les uns des autres par des espaces lymphatiques non encore cloisonnés par du réticulum, lequel n'apparaît que plus tard, et Ranvier (3) a montré que le courant de la lymphe dans un ganglion embryonnaire suit d'abord des voies canaliculées. Les voies lymphatiques des ganglions de l'Oie gardent toujours cette disposition primitive. »

---

(1) R. Hertwig, *Die lymph. Drüsen auf der Oberfläche des Stöhrherzens.* (*Archiv. für mikr. Anat., Pl. VI, fig.* 3, t. IX, 1873.)

(2) Chievitz, *Zur Anat. einiger Lymphdrüsen.* (*Archiv für Anat. und Physiol. Anat. Abtheil,* p. 368; 1881.)

(3) Ranvier, *La théorie de la confluence des lymphatiques et le développement des ganglions lymphatiques.* (Notes extraites des *Comptes rendus.* Paris, 1892-1897, p. 53.)

PATHOLOGIE. — *Inoculation du cancer de l'homme au rat blanc.* Note de M. **Mayet**, présentée par M. Bouchard.

« Voici l'exposé des résultats que j'ai obtenus depuis que j'ai, le premier, réalisé la transmission du cancer de l'homme au rat blanc, ainsi que le constate une Note insérée dans les *Comptes rendus*, le 5 juin 1893.

» La matière cancéreuse introduite sous diverses formes et par diverses voies, y compris la voie veineuse, chez dix lapins et cinq chiens, n'a déterminé la production d'aucune lésion cancéreuse.

» Sur cinquante rats, deux ont eu des accidents mortels par introduction accidentelle de microbes septiques. Ils ne peuvent compter.

» Dans presque tous les cas les autopsies n'ont été faites qu'après un délai de six à dix-huit mois.

» Il est bon d'attendre très longtemps pour constater les résultats.

» Parmi les animaux, il n'en est que trois qui sont morts cachectiques. Tous les autres ont conservé l'apparence de la santé, les lésions même les plus étendues que j'ai obtenues laissant indemne une notable partie des organes essentiels.

» Dans un cas déjà communiqué en 1893, mais que je rappelle pour faire une statistique complète, la macération de cancer non filtrée injectée dans le tissu cellulaire à plusieurs reprises a déterminé la formation de plusieurs noyaux, relativement volumineux, épithéliomateux dans les reins. Leur nature a été constatée au microscope.

» Dans deux cas, après des injections semblables, l'autopsie a montré dans la substance corticale des reins des cavités anfractueuses, résultat probable de la destruction par nécrobiose de productions néoplasiques après un commencement de développement.

» Dans un cas, une lésion de même apparence a succédé à longue échéance à l'injection répétée de macération aqueuse prolongée de cancer filtrée au filtre de porcelaine.

» Dans trois cas, des lésions néoplasiques semblables à celle du premier animal, mais de volume excessivement petit, existaient dans les reins après injection de macération non filtrée.

» Chez 19 rats, la matière cancéreuse a été introduite dans le péritoine à la dose de 2^{gr} à 3^{gr}.

» Chez plusieurs, après cinq mois elle avait disparu sans laisser de traces à l'autopsie.

» Chez d'autres, autopsiés plus tôt, elle était peu altérée, enserrée dans une enveloppe solide de fausses membranes. Chez ceux examinés plus tardivement, elle était transformée en amas de matière caséeuse et crétacée dans une enveloppe semblable.

» Deux sur ces dix-neuf ont présenté de très petits foyers néoplasiques du foie et du rein.

» Deux de la même série ont offert des lésions très importantes du foie.

» Chez l'un, la lésion occupait dans la longueur de 2^{cm} environ sur 2^{mm} à 8^{mm} de profondeur le bord de l'organe, sans la moindre connexion avec le noyau d'inoculation. Le tissu néoplasique blanc tranchait sur la couleur et la structure du foie. Assez consistant, il était composé de cellules de volumes divers, dont quelques-unes très grandes, à gros noyaux, ressemblant à celles de la tumeur du sein qui avait fourni la matière injectée.

» Le second présentait une lésion identique, mais un peu moins étendue. En outre, chez les deux, le foie était parsemé de foyers plus petits ressemblant à des taches de bougie.

» Un autre rat n'ayant reçu que le produit filtré, au filtre de porcelaine, de la macération à 37° d'un sarcome récidivé de la cuisse de l'homme, a présenté une lésion du foie macroscopiquement absolument semblable à celle des deux précédents, dont l'examen microscopique sera fait prochainement.

» Un des dix-neuf indiqués plus haut, outre deux noyaux d'enkystement du cancer injecté, présentait une vingtaine de tumeurs sous-séreuses du volume d'un demi petit pois sur le tube digestif, dont l'une sur la grande courbure de l'estomac, les autres sur la surface libre de l'intestin grêle.

» L'examen microscopique les a montrées composées de cellules à gros noyau. Elles s'étaient développées dans la tunique conjonctive.

» Quoique m'abstenant de développements théoriques, je dois indiquer que la non identité histologique entre le produit inoculé et le néoplasme produit n'impliquerait pas la négation de la reproduction du cancer, car j'admets comme démontré ce qui suit :

» *Le cancer n'est pas un tissu histologiquement défini, mais un mode de réaction des éléments anatomiques divers sous leurs formes diverses, provoquée par la cause encore inconnue qui le réalise.*

» En résumé, les cas certains de reproduction du cancer chez le rat blanc sont au nombre de cinq dans mes expériences.

» Dans sept cas, les lésions ont eu très probablement la même nature, quoique cela soit moins évident.

» Dans quarante-deux cas, le résultat a été négatif. Vingt animaux inoculés sont en observation actuellement. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la polypnée thermique chez les animaux à sang froid.* Note de M. **J.-P. Langlois**, présentée par M. Bouchard.

« Sous le nom de *polypnée thermique* M. C. Richet a décrit une manifestation particulière de l'activité bulbaire, caractérisée par une fréquence excessive du rythme respiratoire, quand la température de l'animal atteint

un degré élevé. La polypnée thermique a surtout été étudiée chez le chien, animal de choix, puisque, n'ayant pas de glandes sudoripares, la lutte contre l'excès de chaleur ne peut se faire que par l'évaporation pulmonaire, mais la polypnée peut être provoquée chez les autres mammifères.

» Nous avons eu l'occasion, cet été, de constater chez des sauriens rapportés de Biskra : *Varanus arenarius* et *Uromastix acanthirinus,* tous les symtômes de la polypnée thermique, c'est-à-dire de l'existence chez les animaux à sang froid d'un appareil régulateur de la chaleur.

» En exposant ces animaux au grand soleil, dans des cages à parois de verre, on voit que la température rectale suit très exactement et sans retard appréciable la température du milieu ambiant, même quand celle-ci passe en une heure de 17° à 40°.

» Mais, vers 39° à 40°, un changement se produit brusquement chez les sujets en observation, la respiration qui s'était élevée graduellement de 10 à 60 environ par minute, passe brusquement à 150, 200 et même 350; la gueule est ouverte, la langue rouge, ruisselante, l'aspect est identique à celui d'un chien polypnéique. A partir de ce moment, la température rectale cesse de suivre régulièrement la température ambiante, l'écart peut atteindre près de 5°.

» Ces observations ont pu être poursuivies au laboratoire, en utilisant la chaleur fournie par des becs de gaz munis de réflecteurs. La polypnée éclate toujours quand la température atteint 39° environ, elle peut persister des heures, avec de courtes intermittences, sans causes déterminées; mais elle s'arrête immédiatement si l'on interpose un écran entre la source chauffante et la tête, pour repartir en moins d'une demi-seconde quand on enlève l'écran. L'arrêt n'a pas lieu si l'ombre de l'écran porte uniquement sur le corps, la tête restant exposée au rayonnement des becs de gaz.

» Cette action réflexe est donc localisée dans la région céphalique et doit être transmise par le trijumeau et non par le nerf optique, car une goutte d'eau déposée sur le crâne produit un effet plus durable encore que l'écran, sans que la vision ait à intervenir.

» Krehl et Sœtbeer (*Pflüger's Arch.*, t. LXXVII, p. 611) qui ont étudié récemment les variations du chimisme respiratoire chez l'*Uromastix*, ne signalent pas la polypnée, malgré une température de 41°. Ils affirment même qu'il n'y a pas de régulation thermique par évaporation d'eau : *Die Wasserdampfung ist gleich nul.* Leurs animaux étaient soumis à une source de chaleur diffuse, d'où l'absence de polypnée.

» Il est facile de démontrer la perte d'eau pendant la polypnée. En chauffant l'animal sous une cloche de verre, si la paroi voisine de la tête n'est pas trop chaude, on voit la vapeur d'eau se condenser; un papier bleu de chlorure de cobalt placé près de la gueule se teinte en rose; enfin l'animal perd un certain poids pendant la période polypnéique, alors que cette perte est pratiquement nulle en temps ordinaire, même par 38°. Le quotient respiratoire chez ces sauriens oscille autour de 0,70 (Regnard et Blanchard, *Biologie, 1881*), chiffre qui ne peut varier, étant donné qu'ils refusent toute nourriture et par suite présentent le quotient des sujets en autodigestion. Or avec un quotient de 0,70, on sait que le poids de CO^2 éliminé est exactement compensé par le poids de O absorbé, la perte de poids représente donc l'eau évaporée. Cette perte a été de $0^{mgr},800$ au maximum pour un *Uromastix* de 180^{gr} et de 3^{gr} pour un Varan de 257^{gr}, calculée pour une polypnée d'une heure.

» L'indépendance causale de la polypnée et de la dyspnée a été bien démontrée par les expériences de M. Richet sur le chien qui permettent d'émettre cette loi : La polypnée ne peut s'établir que si l'hématose est satisfaite. La loi est applicable aux animaux à sang froid. En faisant passer un courant de CO^2 dans la cloche renfermant un Varan en pleine polypnée, on voit bientôt la respiration perdre son caractère polypnéique (la cloche continuant à être chauffée), puis la dyspnée asphyxique apparaît, un courant d'air pur fait de nouveau passer le rythme de 30 à 260 par minute.

» En résumé, les reptiles à peau imperméable présentent de la polypnée thermique quand leur température atteint 39° et que les rayons caloriques frappent directement la tête. Cette polypnée entraîne une certaine perte d'eau et intervient comme facteur de la régulation thermique; la polypnée ne peut s'établir que si l'hématose est parfaite. »

MÉDECINE. — *Effets salutaires de la pomme de terre, substituée au pain chez les diabétiques, à doses élevées, suffisantes pour maintenir l'équivalence de la ration alimentaire.* Note de M. **A. Mossé**, présentée par M. Bouchard.

« Les hydrates de carbone sont nécessaires à la nutrition des diabétiques mais, plus que les autres aliments, ils sont susceptibles d'accroître l'hyperglycémie, dès que faiblit le pouvoir glycolytique normal. Le problème diététique consiste donc à trouver sous quelle forme, en quelles proportions ces subtances pourront donner le meilleur rendement dans le diabète, sans provoquer une glycémie dommageable.

» D'après l'influence qu'ils exercent sur la courbe de la glycosurie, — réserves faites de l'*équation personnelle* de chaque malade, — les

hydrates de carbone peuvent être divisés en trois groupes : 1° nuisibles; 2° indifférents; 3° discutés.

» Parmi ces derniers, au premier rang doit être placée la pomme de terre. Malgré l'autorité des médecins qui ont voulu, à la suite des analyses de Mayet, Boussingault, lever partiellement l'interdit qui pèse sur elle (G. Sée, Dujardin-Beaumetz, Bouchard, Lépine, Lécorché, Lancereaux, A. Robin), la parmentière reste généralement exclue du régime des diabétiques en France et à l'étranger.

» Les recherches que nous avons entreprises depuis cinq ans sur ce sujet, au lit du malade et au laboratoire, ont eu pour effet de démontrer la proposition suivante : *Dans les diabètes, la pomme de terre est un aliment qui non seulement peut être permis mais utile, susceptible d'être avantageusement substitué au pain, dans des proportions suffisantes pour maintenir l'équivalence de la ration alimentaire,* c'est-à-dire, en poids, dans la proportion de $2\frac{1}{2}$ à 3 de pommes de terre pour 1 de pain.

» Cette substitution a été fort bien supportée dans presque tous les cas (19 fois sur 20) dont nous apportons les observations personnelles, ou communiquées par nos collègues et confrères qui ont bien voulu essayer cette méthode. Elle a été suivie d'une diminution rapide presque immédiate de la soif, de la glycosurie dans des proportions parfois très considérables et d'une amélioration des divers éléments du syndrome urologique coïncidant avec un mieux-être général.

» Ces modifications générales ont été constatées aussi bien dans les *diabètes arthritiques de forme légère, moyenne ou sérieuse, que dans les diabètes maigres à forme grave* (*D. pancréatique*) et dans un cas de *diabète nerveux* ou de forme indéterminée. *Le retour au régime du pain interrompait l'amélioration.* La contre-épreuve fournissait des résultats concordants. Particularité digne de remarque : quelquefois la glycosurie et les autres troubles étaient moins accentués qu'auparavant, quand, après une période de régime aux parmentières, le malade reprenait le régime ordinaire au pain. Il se passait là un phénomène analogue à celui signalé par Naounyn, Lépine, après une période de restriction alimentaire des hydrates de carbone.

» L'utilisation réelle de la fécule de pommes de terre par nos diabétiques a été démontrée d'abord par l'analyse quotidienne de l'excrétion urinaire dont un graphique permettait de suivre méthodiquement l'allure et les variations. Plus tard, avec le concours de notre élève M. Mailhe, préparateur à la Faculté des Sciences, nous avons pu établir, en suivant

une technique obligeamment indiquée par M. Desgrez, la réalité de ce phénomène par le dosage comparé des hydrates de carbone expulsés avec les résidus de la digestion au cours de l'un et de l'autre régime alimentaire.

» Tout laissait donc penser que la diminution de la glycosurie et l'amélioration de l'état général sont corrélatives d'une réelle diminution de l'hyperglycémie, diminution déterminée par la substitution de la pomme de terre au pain, à hautes doses. (Les doses quotidiennes ont varié de 500^{gr}, 600^{gr} à 3^{kg}, en moyenne 1^{kg} à $1^{kg},500$ par jour.)

» Nous avons été ainsi conduit à espérer que la substitution de pommes de terre au pain conserverait son efficacité salutaire dans les complications trophiques et les lésions chirurgicales du diabète. L'événement a justifié notre attente. (Observations de la Clinique chirurgicale de Toulouse, Cestan; de la Clinique ophtalmologique, Vieusse; de MM. les Drs Dieulafé, Sarda, chefs de clinique, et observations personnelles.)

» Quelle est la raison de ces faits inattendus, en contradiction avec tout ce que l'on admettait jusqu'à ce jour? Elle est fournie, à notre sens, par la composition chimique de la pomme de terre. Jusqu'ici l'on s'était exclusivement, ou à peu près, préoccupé des matières amylacées contenues dans les parmentières. On avait trop laissé de côté l'*eau* et les *sels*. Or l'*eau* est deux fois plus abondante dans ces tubercules que dans le pain; les sels y sont contenus à peu près en même proportion (1 pour 100 approximativement). Donc en ingérant une dose de pommes de terre trois fois supérieure au poids du pain ordinairement consommé le malade absorbe *six fois plus d'eau* et *trois fois autant de sels* tandis que la ration reste équivalente ou à peu près en matières albuminoïdes et amylacées.

» Ces sels sont surtout des sels de *potasse :* cet alcali étant contenu en bien plus grande quantité dans la Pomme de terre que dans le Blé et le pain. [$3^{gr},2$ de potasse par kilogramme de parmentières (Boussingault); $4^{gr},9$ d'après les dosages récents faits avec M. Mailhe sur les pommes de terre données aux malades de l'Hôtel-Dieu de Toulouse.]

» Une très grande partie de cet alcali est combinée à des acides organiques; les sels ainsi formés se transforment en carbonate de potasse dans l'organisme sous l'influence des combustions respiratoires. Les pommes de terre apportent donc à l'économie une quantité d'alcalins dont le médecin doit tenir compte, ainsi que Boussingault en avait eu l'intuition. Ces alcalins sont déjà vitalisés, par suite capables peut-être d'agir encore plus activement que les alcalins ordinaires comme excitants de la glycolyse. Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, l'*alimentation aux parmentières*

peut être comparée, jusqu'à un certain point, à une *cure alcaline*, avec cette particularité qu'ici l'alcalin qui agira pour réveiller l'action glycolytique affaiblie, génétique du diabète (Bouchard, Lépine), est *la potasse;* c'est-à-dire un élément qui, dans les diathèses acides et les maladies par ralentissement de la nutrition, doit être préférée à la soude (Bouchard).

» Toutefois, le régime devra toujours être surveillé par le médecin et plus spécialement dans les cas de néphrite chronique (albuminurie). La potasse augmente dans ces cas la toxicité du sang résultant de la dépuration urinaire insuffisante.

» D'ailleurs, si la méthode se généralise, il faut s'attendre à quelques insuccès en dehors même des cas où l'on peut prévoir théoriquement qu'elle pourrait être désavantageuse, quand, dans le seul cas où elle est restée inefficace sur nos vingt observations, il s'agissait d'un diabète arthritique d'intensité moyenne contre lequel une cure toute récente à Vichy n'avait donné aucuns bons résultats. Le chiffre de la glycose avait même très notablement augmenté. Dans d'autres cas où la cure de pommes de terre a réussi, une cure à Vichy a donné des résultats favorables aussi. Cette coïncidence de succès et d'échec par la cure de parmentières et la cure de Vichy nous paraît mériter d'être relevée. On peut y voir un argument de plus en faveur de notre théorie génétique de l'amélioration provoquée dans le diabète par le régime Parmentier.

MORPHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Variations organiques chez la poule en fonction du régime alimentaire.* Note de M. **Frédéric Houssay**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Plusieurs auteurs se sont, à diverses reprises, occupés des effets que produit sur le gésier des oiseaux le changement d'alimentation. Ne pouvant discuter complètement les expériences ou les observations antérieures dans cette courte note, je me borne à rappeler les suivantes.

» En nourrissant avec des graines des oiseaux naturellement carnivores, on arrive à développer considérablement leur gésier, ainsi que l'affirment Hunter pour le goëland (*Larus tridactylus*) et Ménétrié pour l'effraie (*Strix grallaria*). Edmondstone a même prétendu que chez les goëlands des îles Shetland le gésier s'accroît et diminue périodiquement chaque année, suivant que ces oiseaux se nourrissent de poisson pendant l'hiver ou de graines de céréales pendant l'été.

» D'autre part, Semper, puis Holmgren ont réduit le gésier d'oiseaux granivores aux proportions de celui des carnivores. Mais Brandes a repris ces dernières expériences et comparé l'épaisseur des parois musculaires dans le gésier d'un carnivore et

dans celui d'un granivore. La différence demeure énorme, ce qui est exact, et l'auteur en conclut qu'il n'y pas eu de variation du tout, en quoi il a tort, car son expérience ne l'autorise nullement à le faire.

» Yves Delage, de son côté, a nourri pendant trois ans une poule avec de la viande crue et pense que la vérité est entre les deux assertions précédentes : à l'autopsie, le gésier est bien celui d'un granivore, mais son revêtement interne et sa musculature sont fort réduits.

» L'accord est donc loin d'être fait sur cette question. Nous avons jugé utile de la reprendre, en nous préoccupant surtout des points suivants : 1° apporter pour évaluer la variation une précision qui permette de la traduire en mesures numériques; 2° étendre l'étude, en dehors du gésier, à tous les organes qui seraient susceptibles de varier par le changement de régime, savoir : le tube digestif entier, le rein, les poumons, le cœur, le sang, la rate, etc.; 3° poursuivre l'expérience pendant plusieurs générations d'animaux, ce qui est du plus haut intérêt.

» On comprend d'après cela que les conclusions définitives ne pourront être produites qu'après plusieurs années de recherches; cependant, comme j'ai déjà conduit jusqu'à l'état adulte ma seconde génération expérimentale, je puis dès maintenant donner quelques faits d'une certaine portée et je vais dans cette première Communication examiner les diverses régions du tube digestif.

» Je me suis d'abord préoccupé de fixer à mon expérience une origine définie. Pour ne pas avoir à comparer les mesures organiques que j'ai prises avec celles d'une poule quelconque, animal plutôt omnivore que sûrement granivore, j'ai nourri exclusivement au grain pendant un an un coq et deux poules; et leurs organes ainsi déterminés me serviront de norme pour la poule granivore. Dans le même temps, je soumettais au régime exclusif de la viande crue trois animaux de la même provenance et du même âge que les précédents, en répartissant également dans les deux lots les sujets portant des caractères perceptibles d'une race déterminée. Voici quelques-uns des résultats obtenus.

» I. *Variations du jabot :*

	Poules granivores. (Moyennes.)	Poules carnivores. (Moyennes.)
Longueur du jabot.......	55^{mm}	$38^{mm},33$
Largeur »	51^{mm}	$34^{mm},36$
Jauge à l'eau............	268^{cc}	76^{cc}
Jauge au mercure........	354^{cc}	$125^{cc},66$

» Ces nombres montrent donc une réduction énorme et indiscutable; je me borne à citer les moyennes parce que les écarts individuels sont insignifiants pour cet organe.

» II. *Variations du gésier.* — Il en est autrement du gésier et je reproduis toutes les données :

	Poules granivores.				Poules carnivores.			
	I_0.	II_0.	III_0.	Moyennes.	I_1.	II_1.	III_1.	Moyennes.
Poids du gésier........	$54^{gr},45$	$37^{gr},3$	$59^{gr},3$	50,38	$21^{gr},85$	$21^{gr},15$	$43^{gr},9$	28,96
Longueur du grand axe.	64^{mm}	60^{mm}	73^{mm}	65,66	49^{mm}	50^{mm}	61^{mm}	53,33
» petit axe..	48^{mm}	50^{mm}	55^{mm}	51	44^{mm}	41^{mm}	48^{mm}	44,3
Épaisseur au centre.....	25^{mm}	»	38^{mm}	31,5	21^{mm}	»	19^{mm}	20^{mm}

» J'ai fait porter la comparaison sur les dimensions et le poids de l'organe, et cela nous renseigne beaucoup mieux sur son importance que l'épaisseur des parois musculaires, donnée qui n'a trait qu'à deux dimensions. D'ailleurs, ces parois ne paraissent guère changées sur une coupe, ainsi que l'avait reconnu Brandes.

» En comparant entre eux les nombres moyens, on constate encore une réduction considérable amenée par le régime carnivore. Examinons maintenant les éléments de ces moyennes. Parmi les poules granivores, il en est une, II_0, dont les données sont beaucoup plus faibles que celles des deux autres, elle contribue à *baisser* la première moyenne; d'autre part, du côté carnivore, la poule III_1 donne des nombres plus forts que ceux de ses voisines, elle tend à *relever* la seconde moyenne. Donc ces deux variétés individuelles ne risquent pas de nous avoir indûment poussé à la conclusion que nous avons tirée, puisqu'elles la contrarient.

» Ces différences individuelles paraissent au surplus des caractères de race. Les deux poules II_0 et II_1, sans être de race pure, avaient conservé des traits communs définissables, une petite houppe de plumes et cinq doigts aux pattes : elles sont, du reste, très comparables pour leurs organes et donnent les plus faibles chiffres de leurs séries respectives. D'autre part, les deux poules III_0 et III_1, toutes deux de race bâtarde, m'avaient semblé extérieurement assez semblables; en fait, leurs organes donnent les plus forts chiffres de leurs séries. Cette remarque sur la race n'est pas sans importance, et, si je n'y avais d'abord pris garde, les résultats auraient pu en être étrangement faussés.

» III. *Variation de longueur du tube digestif et des cœcums :*

	Poules granivores.				Poules carnivores.			
	I_0.	II_0.	III_0.	Moyennes.	I_1.	II_1.	III_1.	Moyennes.
Longueur du tube digestif au-dessous du jabot.....	1780 mm	1700 mm	1980 mm	1820 mm	1560 mm	1370 mm	1600 mm	1510 mm
Longueur d'un cœcum	195	165	200	186,6	122	145	130	132,33

» La réduction de ces organes est également tout à fait incontestable. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur les transformations de la vésicule germinative chez les Sauriens.* Note de Mlle **Marie Loyez**, présentée par M. Alfred Giard.

« Pendant la période de croissance de l'œuf ovarien des Reptiles, la vésicule germinative subit une série de transformations analogues à celles qui ont été observées par Rückert chez les Sélaciens, par Born, Carnoy et Lebrun chez les Amphibiens, par Cuningham chez les Téléostéens.

» Voici les principales modifications que j'ai pu observer chez quelques Sauriens.

» I. *Gecko* (*Platydactylus muralis*). — 1° Pendant la première période de son développement, l'oocyte possède une vésicule germinative où la chromatine est abondante et disposée en granulations le long des filaments d'un réseau de linine; il y a un nucléole principal, quelquefois deux, et plusieurs nucléoles accessoires. Avant la constitution de l'épithélium folliculaire, il peut y avoir émigration de nucléoles dans le cytoplasma, par une sorte de bourgeonnement de la vésicule.

» 2° La chromatine se dispose en chromosomes barbelés, analogues à ceux décrits pour la première fois chez les Sélaciens par Rückert (1), et composés d'articles très courts autour desquels rayonnent de gros filaments granuleux moins colorables. Les nucléoles principaux se remplissent de vacuoles et acquièrent de grandes dimensions.

» 3° Il y a fragmentation des chromosomes, car ils deviennent plus courts et plus nombreux, et ils se rapprochent du centre de la vésicule. Les gros nucléoles vacuolaires disparaissent, et les petits nucléoles commencent à se multiplier très activement.

» 4° Les chromosomes perdent leurs prolongements barbelés, et la substance chromatique se condense en un petit nombre de filaments au centre de la vésicule germinative. Les nucléoles continuent à se multiplier et occupent bientôt toute l'étendue de la vésicule.

(1) J. Ruckert, *Zur Entwickelungsgeschichte des Ovarialeies bei Selachiern* (*Anat. Anz. Iena*, t. VII; 1892).

» 5° Entre les chromosomes apparaissent de gros nucléoles de nouvelle formation, tandis que les petits disparaissent peu à peu.

» La vésicule germinative est alors située à la périphérie de l'ovule, et la formation du vitellus est à peu près terminée.

» II. *Lézard* (*Lacerta muralis*, *L. viridis*). — Des phases analogues peuvent être constatées dans le développement de la vésicule germinative du Lézard. Sans tenir compte des différences particulières à chaque espèce, on peut dire, d'une manière générale, que la chromatine y est beaucoup moins abondante que chez le Gecko, et que les chromosomes ont un aspect différent. Ils présentent des filaments plumeux plus fins, sont peu colorables, et se réunissent de bonne heure au centre de la vésicule, où ils se réduisent à tel point qu'il est souvent difficile de les distinguer au milieu d'un grand nombre de nucléoles. Ces derniers, au contraire, prennent un développement plus considérable, et présentent des variations au point de vue de la grandeur et de la coloration.

» III. *Orvet* (*Anguis fragilis*). — La vésicule germinative de l'Orvet est caractérisée par de gros cordons chromatiques fortement colorés, formés d'articles très rapprochés les uns des autres et munis de courts filaments plumeux. Un chromosome est souvent accolé à un nucléole, qu'il peut même entourer complètement, mais il ne semble pas qu'il y ait pénétration du chromosome dans le nucléole.

» Les chromosomes se réunissent également au milieu de la vésicule, où ils subissent une réduction considérable en perdant de leur colorabilité, tandis que les nucléoles se multiplient pour disparaître ensuite.

» En résumé, on voit que, dans la vésicule germinative des Sauriens, les chromosomes, malgré les modifications qu'ils présentent dans leur forme, leur nombre, leur colorabilité, *ne disparaissent jamais complètement*, et que les nucléoles prennent une grande importance. Leur développement, pendant les premiers stades, est en raison inverse de celui des chromosomes. Ce n'est pas cependant une raison suffisante pour admettre que ces deux éléments soient de nature identique, ni même qu'ils dérivent l'un de l'autre. Je n'ai jamais vu, en effet, de nucléoles se transformer directement en chromosomes, ou inversement, ainsi que Carnoy et Lebrun [1] l'ont constaté chez les Batraciens. En outre, par l'emploi de certaines colorations combinées, les nucléoles ne se colorent pas de la même manière que la chromatine, ce qui indiquerait plutôt une différence de composition chimique. Toutefois, sans rien préjuger de leur nature, *on peut considérer les nucléoles comme des éléments essentiels de l'activité de la vésicule germinative pendant la période de formation du vitellus.* »

---

(1) J.-B. Carnoy et H. Lebrun, *La vésicule germinative et les globules polaires chez les Batraciens* (*la Cellule*, t. XII, 1897; t. XIV, 1898; t. XVI, 1899).

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Propriétés des chaînes libéroligneuses des Filicinées. Élargissement et rétrécissement d'une chaîne. Addition d'un divergeant. Cas où le divergeant est fermé ou à l'état de pièce apolaire.* Note de MM. **C.-Eg. Bertrand** et **F. Cornaille.**

« 1. L'élargissement d'une chaîne libéroligneuse s'obtient d'abord par l'extension de ses faisceaux élémentaires, le nombre de ceux-ci restant constant. Quand l'élargissement est plus grand, les faisceaux se coupent, la chaîne devient discontinue, puis dialydivergeante, en conservant la même valeur.

» *Exemple.* — La demi-chaîne postérieure droite d'une trace foliaire d'*Alsophila australis*, quand on descend de la région médiane du pétiole principal dans sa région inférieure.

» 2. Dans d'autres circonstances, quand une chaîne s'élargit, ou bien elle prend brusquement de nouveaux groupes trachéens entre les groupes existants, ou bien elle divise ses groupes trachéens anciens. Ce sont là deux manières d'être d'un même fait soulignées au moyen d'unités différentes, au moyen de divergeants dans le premier cas, au moyen de faisceaux bipolaires dans le second.

» Dans le premier cas, apparition brusque d'un groupe trachéen nouveau T_d^{ν} entre deux groupes anciens T_d^h, $T_d^{(h+1)}$; il y a addition d'un divergeant r_d^{ν}. La chaîne acquiert deux demi-faisceaux $\frac{1}{2}\,dF_d^{(\nu-1)}$, $\frac{1}{2}\,gF_d^{\nu}$. Le centre de figure γ_d^h est remplacé par deux centres $\gamma_d^{h(\nu-1)}$, $\gamma_d^{\nu h}$. Le mode ordinaire de notation des traces foliaires, appliqué à cette partie élargie de la chaîne, y indique un faisceau de plus. Dans le second cas, lorsqu'une file trachéenne T_d^h se divise en deux $T_d^{(h-1)\nu}$, $T_d^{\nu h}$, la chaîne prend un faisceau bipolaire de plus F_d^{ν} qui s'appuie, à gauche, sur le pôle $\Delta_{dd}^{(h-1)}$, à droite sur le pôle Δ_{dg}^h. La chaîne a un nouveau centre de figure γ_d^{ν}. Le mode de notation adopté pour les traces foliaires indique un divergeant de plus dans la partie élargie.

» *Exemples.* — *a.* Élargissement d'une trace foliaire d'*Osmunda regalis* entre le stipe et l'insertion des premiers pétioles secondaires; *b.* Émission de la chaîne supérieure B d'une trace de pétiole secondaire chez *Hemitelia Smithii* et *Cyathea medullaris.*

» 3. Une chaîne peut s'élargir par addition de divergeants étrangers et par addition d'autres chaînes. Nous nous limiterons ici à l'addition d'un divergeant. Cette addition s'opère dans la chaîne, ou bien à l'une de ses extrémités si la chaîne est ouverte.

» Pour recevoir un divergeant ouvert r_d^{ν} en un point de son trajet, la chaîne

$$— r_d^{(h-\alpha)} — \ldots — r_d^{(h+\beta)}$$

coupe un de ses faisceaux F_d^h, dans la région de son centre de figure γ_d^h. Le divergeant à recueillir s'intercale dans l'incision, il pose les extrémités libres de ses ailes

$$\tfrac{1}{2}dF_d^{(\nu-1)}, \quad \tfrac{1}{2}gF_d^{\nu},$$

respectivement sur les extrémités libres des divergeants qui bordent l'incision, $\frac{1}{2}gF_d^h$ à gauche, $\frac{1}{2}dF_d^h$ à droite. Ce résultat reproduit identiquement la suite donnée par l'apparition brusque d'un nouveau groupe trachéen sur le trajet d'une chaîne. Il y a de même addition de demi-faisceaux, et remplacement de γ_d^h par deux centres de figure.

» *Exemple.* — La rentrée du divergeant médian d'un pétiole secondaire de *Leptopteris Fraseri* sur la marge du pétiole primaire.

» Quand le divergeant r_d^{ν} s'ajoute à l'extrémité droite d'une chaîne

$$| — r_d^{(h-\alpha)} — \ldots — r_d^h — |,$$

il présente l'extrémité libre de son aile gauche $\frac{1}{2}dF_d^{(\nu-1)}$ à l'extrémité libre du demi-faisceau de bordure droit de la chaîne $\frac{1}{2}gF_d^h = \frac{1}{2}gF_d^{bd}$. Ces deux extrémités s'unissent, la chaîne a acquis un nouveau divergeant. Le demi-faisceau de bordure ancien $\frac{1}{2}gF_d^h$ s'est complété par une aile de divergeant $\frac{1}{2}dF_d^{(\nu-1)}$, et il est remplacé par un nouveau demi-faisceau de bordure $\frac{1}{2}gF_d^{\nu}$. Le mode ordinaire de notation des traces indique un faisceau de plus dans la chaîne élargie.

» *Exemple.* — La réception d'une nervure secondaire par la nervure principale dans une fronde d'*Asplenium nidus avis*.

» 4. Si le divergeant à recueillir sur le trajet de la chaîne est fermé $r_d^{\nu} \odot$, le divergeant s'approche de la chaîne réceptrice et la touche par un point de son liber externe. Il amène ensuite son bois au contact du bois du faisceau F_d^h. *Le point de contact des deux bois est désormais un centre de figure pour le faisceau et pour le divergeant.* Il est à la fois γ_d^h, $\gamma_d^{(\nu-1)}$, γ_d^{ν}. Après ce contact, une incision coupe en γ_d^h le bois du faisceau et celui du divergeant qui se trouve ainsi ouvert.

» Au delà, tout se passe comme si le divergeant avait toujours été ouvert.

» *Exemple.* — La réception du divergeant médian postérieur de la base d'un pétiole secondaire de *Lithobrochia vespertiliorsis* sur le pli direct droit de la trace foliaire du pétiole principal.

» Lorsque le divergeant fermé $r_d^{\nu} \odot$ s'ajoute à l'extrémité droite d'une chaîne ouverte, le divergeant $r_d^{\nu} \odot$ pose un point de la face externe de son bois sur un point du bois de l'aile libre $\frac{1}{2}gF_d^h$. *Le point de contact est dès lors un centre de figure triple, comme ci-dessus.* Une incision sur ce centre de figure ouvre le bois du divergeant *et même celui du faisceau s'il est nécessaire.* La chaîne a acquis un nouveau divergeant ouvert.

» *Exemple.* — La réception de la base d'une nervure secondaire sur la marge de la trace foliaire du pétiole de *Strathi opteris germanica.*

» Le divergeant r_d^ν ⊙ peut rester fermé. La notation de la chaîne y signale une petite boucle fermée par la mise en contact de deux centres de figure successifs $\gamma_d^{h(\nu-1)}$, $\gamma_d^{\nu h}$. Ces divergeants toujours fermés s'abaissent facilement à l'état de pièces apolaires (¹).

» 5. La réception d'une pièce apolaire A_d^ν O sur le faisceau F_d^h d'une chaîne se fait comme celle du divergeant fermé jusqu'au contact des bois. Après ce contact, le bois de la pièce apolaire se fond dans le métaxylème du faisceau F_d^h. *L'addition d'une apolaire renforce un faisceau, mais elle n'apporte dans la chaîne ni nouveau groupe trachéen, ni nouveau centre de figure.* Il semble donc qu'on pourrait négliger ces apolaires. L'analyse des stipes montre, au contraire, que toutes les apolaires reçues doivent être spécifiées, car chacune d'elles contient en puissance une file trachéenne, réceptrice d'insertions de racines qu'elle peut montrer localement.

» En s'ajoutant en un point de l'aile libre droite d'une chaîne ouverte, le bois de la pièce apolaire figure un épaississement local du métaxylème de cette aile.

» *Exemple.* — Insertion de l'aile droite de la trace foliaire (N + II) sur la pièce anastomotique placée à sa droite, dans la base du $n^{\text{ième}}$ segment d'un stipe de *Polystichum* (*Filix Mas*).

» Le groupe (N + II) est une chaîne dialydivergeante. L'anastomose A*n* est à l'état de pièce apolaire.

» 6. Il est facile de tracer et de lire les images symétriques de celles que nous venons de décrire par rapport au rayon vecteur cr_d^h et par rapport à la ligne *cs* : *c* étant le centre de figure du stipe, r_d un divergeant déterminé d'une trace foliaire, *s* le point où la surface de symétrie de la fronde coupe sa trace foliaire.

» 7. Le rétrécissement d'une chaîne présente tous les faits vus en étudiant son élargissement, mais en ordre inverse.

» L'inverse de l'addition d'un faisceau F_d^ν, qui va en s'étalant, est un faisceau qui se rétrécit par rapprochement de ses pôles, c'est-à-dire que la chaîne présente là deux divergeants ayant une aile qui devient de plus en plus petite jusqu'à annulation complète. »

(¹) Ordinairement, le divergeant r_d^ν qui s'ajoute à une chaîne réceptrice tend à prendre l'orientation de celle-ci. Cette condition n'est pas indispensable. Si le divergeant r_d^ν est saisi en orientation inverse, la chaîne présente deux ou un seul faisceau infléchi, selon que le divergeant a été ajouté dans la chaîne ou à son extrémité.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude d'une maladie nouvelle de la Pomme de terre produite par le* Bacillus solanincola nov. sp. Note de M. G. **Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

« Dans une précédente communication ([1]) j'ai fait connaître les principaux caractères d'une maladie bactérienne de la Pomme de terre, qui produit depuis deux ans des dégâts sérieux. Je complète aujourd'hui les renseignements préliminaires que j'ai fournis antérieurement.

» La bactérie pathogène ne semble pas décrite et je n'ai pu l'assimiler à aucune espèce connue, parasite ou saprophyte dans le sol. Je propose de l'appeler *Bacillus solanincola* G. Delacroix. Elle végète bien dans les milieux ordinaires de culture et ne les colore pas, sinon très tardivement, et à peine; sous son influence, le bouillon devient visqueux. Un voile blanc, mince mais bientôt filamenteux et compact, se forme à la surface; la bactérie est donc aérobie. Les bactéries dont la végétation a cessé se précipitent au fond en un dépôt blanchâtre. Sur les milieux solides, gélatine ou gélose, les colonies sont hémisphériques, assez petites, d'un blanc très faiblement grisâtre, opaques, brillantes, pouvant confluer avec un ensemencement copieux. La gélatine est liquéfiée, mais tardivement et seulement en surface. Les éléments sont isolés, très rarement en diplobacilles, sans production de zooglées; ils sont cylindriques, droits, et leurs dimensions moyennes atteignent une longueur de $1^{\mu},5$ à $1^{\mu},75$ sur $0^{\mu},25$ de largeur. Ils se colorent bien avec les procédés ordinaires, par la fuchsine, le bleu de méthylène, la thionine phéniqués. La méthode de Gram les décolore. Une grosse goutte de la solution d'aldéhyde formique au $\frac{1}{20}$ tue la culture en une heure, si on l'applique sur le bouchon d'ouate du tube.

» L'infection a été tentée à l'aide de cultures de première génération prélevées sur tiges malades. L'examen microscopique et des reports sur gélose avaient démontré la pureté des cultures.

» Cette infection a été pratiquée par piqûre avec une aiguille flambée sur des tiges très jeunes de trois ou quatre centimètres, ou par arrosage du sol avec une culture sur bouillon diluée dans l'eau stérile. Dans ce dernier cas, un des tubercules en expérience avait été sectionné et reconnu sain; il en fut pratiqué de même pour tous les autres, y compris le témoin. Avant sectionnement et plantation, les tubercules avaient été stérilisés par une solution de formol pur à $\frac{1}{300}$. Le sol, stérilisé avant plantation à l'autoclave pendant deux heures, fut régulièrement arrosé pendant la végétation avec une solution nutritive également stérilisée (nitrate de potasse, 4^{gr}; phosphate de potasse, $4^{gr},50$; eau, 10000^{gr}). Les infections par piqûre ont réussi trois fois sur trois; celles par arrosage, une fois sur deux. L'insuccès a été observé sur le tubercule non

---

([1]) *Comptes rendus*, 26 avril 1901.

sectionné. Le témoin est resté indemne. *Les tiges infectées ont reproduit en culture le* Bacillus solanincola.

» L'infection est donc probante, et le *Bacillus solanincola* est la cause de la maladie.

» Parmi les champignons qui apparaissent tardivement sur les tiges, un seul est parasite, le *Rhizoctonia Solani* Kühn, et peut sans doute permettre parfois la pénétration de la bactérie; mais sa présence est inconstante. Les autres mycéliums observés sont saprophytes; ils n'ont donné aucune infection.

» Dans les infections que j'ai faites, je n'ai trouvé que deux fois dans les vaisseaux, sur les cinq cas, la présence de thylles et de gomme qui sont la caractéristique de l'infection dans les pieds de Pomme de terre malades, en grande culture. J'attribue ce fait à la mauvaise végétation des plantes en expérience qui les a empêchées de réagir contre l'infection.

» En pleine terre, dans le jardin de la station de Pathologie végétale, sur un sol où les Pommes de terre avaient été attaquées l'année précédente, la maladie est apparue sur la majorité des pieds provenant de tubercules plantés et reconnus sains. Les tubercules infectés de l'année précédente n'ont donné que des pieds malades dont la majeure partie ont péri en juillet sans donner de tubercules.

» La Tomate s'infecte également et présente les mêmes lésions que la pomme de terre; mais elle résiste mieux.

» Il ne paraît pas y avoir de variétés réfractaires parmi les Pommes de terre; et, à part quelques exceptions dues à des influences locales de climat, ce sont les variétés précoces et à végétation rapide qui souffrent le plus.

» Depuis trois ans que la maladie sévit gravement, elle coïncide avec des conditions météorologiques spéciales: printemps tardif, froid et humide, puis été chaud et sec lui succédant presque sans transition. Dans de telles conditions, les espèces hâtives, adaptées à une évolution rapide, sont retardées dans leur développement; l'épaississement de la cuticule, l'incrustation des vaisseaux se font plus lentement. En même temps que, sous l'influence de conditions désavantageuses, la plante végète mal, la bactérie, grâce à l'humidité du sol, foisonne rapidement et, s'il survient une plaie, la pénétration a toutes chances de s'effectuer. Les mêmes conditions extérieures agissent sur les tubercules plantés malades, avec plus d'intensité encore, car la bactérie existe déjà dans la plante.

» On peut donc dire que la maladie se transmet par le sol; que la grande extension qu'elle a prise est due à des conditions météorologiques défavorables et à la plantation de tubercules préalablement infectés.

» Beaucoup de cas de « brunissure » des tubercules, attribués par Debray et Roze au très discutable *Pseudocommis Vitis*, doivent être rangés dans la maladie actuelle. J'ai trouvé, dans de telles circonstances, le *Bacillus solanincola* extrait en culture pure des tubercules, et à plusieurs reprises. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des sels minéraux nutritifs sur la production des nodosités chez le Pois*. Note de M. **Em. Marchal**.

« On a remarqué, depuis longtemps, que la plupart des Légumineuses ne produisent leurs nodosités radicales que dans les sols pauvres en combinaisons azotées et notamment en nitrates. On peut se demander à quelle concentration minima s'exerce cette action antisymbiotique, comme on pourrait l'appeler, des nitrates, et, d'autre part, si cette dernière est véritablement spécifique.

» Les expériences que j'ai instituées dans le but de résoudre cette question ont été conduites de la façon suivante :

» Des graines de Pois de la variété Gonthier, après avoir trempé vingt-quatre heures dans de l'eau de source stérilisée, étaient mises à germer sur des étamines tendues à la surface de cristallisoirs contenant le même liquide. Après huit à dix jours, à la température de 20° environ, les jeunes Pois étaient repiqués dans des flacons de végétation de 500^{cc} de capacité, à goulot étroit, au niveau duquel le collet des plantules était fixé à l'aide d'ouate. Le liquide nutritif employé était la solution minérale bien connue de Sachs, dépourvue toutefois d'azote. A ce liquide normal étaient ajoutées, en proportion bien exactement dosée, les différentes substances salines dont on voulait étudier l'action.

» Les essais ont été faits par séries comportant plus de cent numéros à la fois, afin de rendre parfaitement égales les conditions de végétation.

» L'étude de chaque dose de sel considéré a comporté au moins trois cultures, dont les résultats se sont montrés identiques, à de très rares exceptions près.

» Le *Rhizobium* a été inoculé sur les plantes âgées de quinze jours, en ajoutant, à chaque culture, 1^{cc} du produit du broyage, dans l'eau, de quelques jeunes nodosités.

» Des cultures témoins, en liquide normal, inoculées et non inoculées, accompagnaient chaque série.

» Par ce procédé, on a essayé l'action des substances suivantes, aux doses ci-après désignées :

Nitrate de potassium	1^{gr}, $0^{gr},5$, $0^{gr},1$, $0^{gr},5$ par litre
Nitrate de sodium.............	»
Nitrate de calcium............	»
Nitrate d'ammonium	»
Sulfate d'ammonium	»
Chlorure de potassium	5^{gr}, 3^{gr}, $1^{gr},5$, 1^{gr}, $0^{gr},5$ par litre
Sulfate de potassium	»
Phosphate acide de potassium..	»
Chlorure de sodium...........	»
Carbonate de sodium..........	»
Sulfate de sodium.............	»
Phosphate neutre de sodium ...	»
Chlorure de calcium	»
Sulfate de calcium	»
Sulfate de magnésium	»

» Les résultats de ces diverses cultures ont permis de formuler les conclusions suivantes :

» Les nitrates alcalins, à la dose de $\frac{1}{10000}$, empêchent, en culture aqueuse, la formation des nodosités chez le Pois. Les sels ammoniacaux exercent une action analogue à la dose de $\frac{1}{2000}$.

» Les sels de potassium empêchent l'établissement, en symbiose, du *Rhizobium*, à la dose de $\frac{1}{200}$; les sels de sodium à celle de $\frac{1}{300}$.

» En revanche, les sels de calcium et de magnésie favorisent très nettement la production des tubercules radiculaires du Pois.

» L'influence de l'acide phosphorique, bien que très variable suivant la base à laquelle il est uni, semble plutôt être stimulante.

» Comme on le voit, la propriété que présentent les nitrates de contrarier la production des nodosités, leur action antisymbiotique, comme on pourrait l'appeler, n'est nullement spécifique et s'étend à tous les sels nutritifs solubles du sol, dont le pouvoir osmotique incommode sans doute le *Rhizobium* et entrave son évolution. »

MINÉRALOGIE. — *Conclusions à tirer de l'étude de la série des enclaves homœogènes d'une roche volcanique. La série des enclaves homœogènes des andésites à haüyne du Mont-Dore*. Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Michel Lévy.

« Dans plusieurs Mémoires antérieurs, j'ai décrit les enclaves homœogènes de la plupart des groupes de roches volcaniques. Je me propose,

dans cette Note, d'appeler l'attention sur l'importance des déductions théoriques que l'on peut tirer de la connaissance complète des enclaves homœogènes d'une même roche volcanique.

» Les enclaves homœogènes d'une roche volcanique quelle qu'elle soit, lorsqu'elles sont suffisamment variées, ce qui n'est pas toujours le cas, forment une série dont les termes extrêmes oscillent entre un type ayant sensiblement la même composition que la roche volcanique elle-même et un autre, ultra-basique, dépourvu d'éléments blancs silicatés et constitué par des minéraux ferrugineux (magnétite, ilménite) et ferromagnésiens (pyroxène et hornblende), avec généralement de l'apatite, etc. Les termes intermédiaires de la série consistent en types de basicité variée, dans lesquels les proportions relatives des éléments blancs et des éléments colorés varient en raison inverse. L'ensemble de ces enclaves à structure grenue possède un air de famille commun avec la roche volcanique à structure microlitique.

» Ces diverses enclaves homœogènes ne sont généralement pas de simples accidents minéralogiques isolés; elles sont identiques ou comparables le plus souvent à des types de roches grenues constituant ailleurs des individualités distinctes [1]. Classées par ordre de basicité croissante, elles correspondent, avec ou sans lacunes, aux roches diverses considérées par les pétrographes comme pouvant prendre naissance aux dépens d'un même magma profond et comme formant, par leur réunion, une famille géologique.

» Il en résulte cette conséquence importante que la série des enclaves homœogènes d'une roche volcanique peut souvent, à elle seule, nous fournir une vue d'ensemble sur la famille à laquelle appartient celle-ci ou, en d'autres termes, sur la parenté des roches qui appartiennent à la même province pétrographique.

» Comme exemple, j'appliquerai ces considérations à l'étude de l'un des groupes les plus remarquables des roches volcaniques de l'Auvergne, les *andésites à haüyne*. Par

---

(1) La connaissance d'un type pétrographique comme enclave homœogène précède parfois sa découverte sous forme de roche indépendante; tel est le cas de la forme holocristalline grenue des leucitites que j'ai trouvée en enclaves dans les leucitites du Latium, plusieurs années avant que MM. Weed et Pirsson aient découvert dans le Montana la *missourite*. Les teschénites à sodalite, orthose et olivine de la Somma, que je regarde comme la forme grenue des leucotéphrites, et plusieurs des types décrits plus loin ne sont encore connus qu'à l'état d'enclaves homœogènes.

ses caractères minéralogiques, leur type moyen est intermédiaire entre les andésites et les téphrites, mais elles présentent des types leucocratiques, riches en orthose, s'inclinant vers les phonolites, et d'autres, à facies basaltique, riches en olivine et voisins des basaltes. J'ai rencontré dans ces roches d'abondantes enclaves homœogènes; on peut affirmer que celles-ci appartiennent bien au même magma que les andésites enclavantes. Elles renferment, en effet, les mêmes minéraux caractéristiques (haüyne, hornblende brune un peu sodique, augite d'un vert brunâtre), elles sont holocristallines grenues, mais elles passent à des roches semi-cristallines de même composition, conduisant elles-mêmes à des ségrégations de phénocristaux de l'andésite. Ces enclaves sont à grands éléments, parfois un peu rubanées, avec lits presque pegmatoïdes.

» Leur type le plus acide provient de l'andésite leucocratique du voisinage du Roc Blanc. C'est une roche blanche, dans laquelle quelques cristaux de biotite, de hornblende et d'augite sont disséminés au milieu de plagioclases (andésine comme type moyen) et de noséane moulés par de grandes plages d'orthose. Cette *microtinite* possède la structure d'une monzonite qui n'aurait pas de quartz et serait riche en noséane.

» Les types moyens et basiques des andésites à haüyne (Mareuges, Puy d'Allou, col du Train, près Laqueuille) renferment des enclaves plus variées qui sont de véritables *gabbros à hornblende et haüyne*. Les plagioclases très zonés oscillent entre le labrador et la bytownite; la haüyne, d'un bleu généralement intense, est parfois presque incolore (col du Train). La biotite, le sphène et l'olivine ne sont pas constants.

» Aucun des éléments n'est automorphe : en moyenne, la cristallisation semble avoir été contemporaine pour tous les minéraux; cependant on voit avec une certaine fréquence les silicates ferromagnésiens mouler les feldspaths grenus, alors qu'ils sont eux-mêmes entourés par la haüyne qu'enveloppe la magnétite.

» Il existe, suivant les échantillons, de grandes variations dans les proportions relatives des minéraux ferrugineux d'une part, des feldspaths et de la haüyne d'une autre. Ces deux groupes de minéraux sont à peu près à égalité dans les enclaves du col du Train et dans quelques-unes de celles de Mareuges, mais parfois les éléments ferrugineux augmentent progressivement pour arriver à constituer entièrement des *hornblendites* et des *pyroxénolites*, riches en apatites. Les teneurs relatives en plagioclases et en haüyne ne sont pas moins variables, ce dernier minéral pouvant constituer depuis 50 pour 100 jusqu'à presque 0.

» En résumé, on voit que les enclaves homœogènes des andésites à haüyne forment une série pétrographique remarquablement continue, comprenant les roches grenues suivantes : *microtinites* [1] *à noséane* (type inconnu comme roche de profondeur), *gabbro amphibolique pauvre en*

---

[1] Le terme le plus acide de cette série est à découvrir au Mont-Dore; ce sera une *sanidinite à haüyne-noséane* qui doit être recherchée dans les trachytes phonolitiques de la Roche-Tuilière et de la Sanadoire, voisins du gisement qui m'a fourni la microtinite décrite plus haut.

haüyne (comparable à l'*essexite*), *gabbro amphibolique très riche en haüyne* (type inconnu comme roche de profondeur, mais comparable à une *teschénite* (théralite), dans laquelle la néphéline serait remplacée par de la haüyne), enfin *hornblendite* et *pyroxénolite*.

» Cette série présente une analogie frappante avec les roches grenues basiques formant le cortège habituel des syénites néphéliniques; elle montre, par suite, combien est justifié le rapprochement fait depuis longtemps par M. Michel-Lévy entre les andésites à haüyne et les téphrites. Cependant cette persistance du caractère haüynique dans toutes ces roches, grenues ou microlitiques, à l'exclusion de la néphéline, ne permet pas leur réunion complète aux téphrites et légitime leur maintien comme famille pétrographique voisine et alliée de celles-ci. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Les gaz du sang à différentes altitudes, pendant une ascension en ballon.* Note de MM. **J. Tissot** et **Hallion**, présentée par M. A. Chauveau.

« Pendant l'ascension en ballon du 21 novembre, faite avec M. le comte Castillon de Saint-Victor (voir *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 949), nous avons fait une expérience sur les gaz du sang. Nous avions emmené avec nous un chien de 48 kilos. Quatre échantillons de sang artériel ont été pris dans la carotide de ce chien, l'un sur le sol avant le départ, deux pendant l'ascension à 1750^m et 3500^m, et le quatrième pendant la descente à une hauteur de 800^m ou 1000^m. La descente ayant été très rapide, il nous est impossible de préciser l'altitude au moment de la dernière prise, mais nous sommes certains d'avoir effectué cette prise, à 100^m près, entre 800^m et 1000^m.

» Le sang était recueilli dans des seringues contenant une solution saturée de sulfate de soude. Le seul desideratum auquel il nous a été impossible de satisfaire a été le transport rapide de ce sang au laboratoire pour l'extraction des gaz. Bien que nous ayons été favorisés par les circonstances, puisque, partis vers midi, nous étions rentrés au laboratoire peu après minuit, nos échantillons de sang étaient devenus noirs, indice de la persistance *in vitro* des phénomènes de combustion dont le sang est le siège.

» Ce fait rendait absolument nécessaire une expérience de contrôle, consistant à mélanger du sang artériel de chien à une solution de sulfate

de soude (la même qui avait servi pour la cueillette du sang pendant l'ascension), et à abandonner ce sang à lui-même pendant un temps égal à celui qui s'était écoulé pendant la prise de sang et l'extraction des gaz dans l'expérience en ballon. Cette expérience nous a appris qu'il était nécessaire de réduire le volume total d'acide carbonique de 6,6 pour 100 et d'augmenter le volume d'oxygène de 19 pour 100.

» Voici les résultats obtenus : les volumes d'oxygène et d'acide carbonique obtenus sont indiqués, d'une part après correction, et d'autre part sans correction, tels que l'analyse les a donnés :

Temps.	Altitude.	Volume total des gaz.	Volumes partiels après correction. CO^2.	O^2.	Volumes partiels sans correction. CO^2.	O^2.	Az.	Température.
11h.40m	Sur le sol au départ	67,60	48,49	15,50	51,87	12,50	3,250	+9
12.32	1750	72,45	51,13	18,41	54,70	14,91	2,835	+2
24.25	3500	81,40	60,38	19,97	64,60	16,17	0,525	—2
2.45 à 2.55.	entre 800 et 1000	79,60	60,00	15,70	64,20	12,70	2,730	+5

Atterrissage à 3h.

» Les conclusions suivantes ressortent nettement de ce Tableau :

» 1° La dépression atmosphérique non seulement ne diminue pas l'aptitude de l'hémoglobine du sang à fixer l'oxygène, mais elle l'augmente sensiblement, au moins pour les altitudes atteintes dans l'ascension.

» Ceci ressort très nettement de ce fait que le sang contenait $15^{cc},5$ de O^2 au niveau du sol, $19^{cc},97$ à 3500^m et $15^{cc},7$ vers l'altitude de 800^m, au moment de la descente.

» 2° Jusqu'à 3500^m, l'acide carbonique contenu dans le sang ne suit pas les lois de la dissolution des gaz. Il varie, au contraire, en sens inverse de ces lois.

» 3° L'azote contenu dans le sang suit les lois de la dissolution des gaz, c'est-à-dire qu'il s'échappe du sang à mesure que l'altitude augmente, ou que la pression barométrique baisse. Au niveau du sol, 100^{cc} contenaient, en effet, $3^{cc},25$ d'azote, tandis qu'à 3500^m ils n'en contenaient plus que $0^{cc},525$.

» 4° La quantité totale de gaz contenue dans le sang augmente avec l'altitude.

» 5° Les quantités d'oxygène et d'acide carbonique contenues dans le sang augmentent avec l'altitude.

» Outre la détermination des gaz du sang, nous avons fait pendant cette ascension la mesure de la pression artérielle de notre chien à différentes altitudes. Comme il fallait s'y attendre, la pression dans l'artère fémorale, qui était de $0^m,15$ en moyenne sur le sol au départ, est restée invariable; elle était encore de $0^m,15$ à 3500^m, bien qu'à ce niveau nous ayons déjà une dépression de $0^m,27$ à $0^m,28$ de mercure environ. »

PALÉONTOLOGIE. — *Reproductions de dessins paléolithiques gravés sur les parois de la grotte des Combarelles.* Note de MM. **Capitan** et **Breuil**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note que nous avons eu l'honneur de communiquer à l'Académie le 16 septembre 1901, nous avions annoncé la découverte sur les parois d'une grotte des environs des Eyzies (Dordogne), la grotte des Combarelles, de 109 figures gravées remontant à l'époque magdalénienne.

» A propos de cette présentation, nous tenons à rappeler, ce qui n'est que justice, les premières découvertes de ce genre faites en France, de gravures et peintures, nettement interprétées, sur les parois de la grotte de la Mouthe (non loin de Combarelles), par M. E. Rivière et publiées par lui dès 1895.

» Nous voudrions, aujourd'hui, présenter à l'Académie les relevés, dessins et calques que nous avons exécutés dans la grotte des Combarelles.

» Nous présentons d'abord le plan, sur lequel on peut se rendre compte de la disposition et de la forme en boyau, long de 230^m et irrégulièrement coudé, que présente la grotte. D'autre part, sur une bande de 12^m de longueur sur 15^{cm} de hauteur, nous avons figuré en croquis au trait toutes les figures et dessins que nous avons pu distinguer. Enfin, nous présentons 27 planches qui sont la mise au net des calques, très exactement relevés par nous, d'un nombre égal de figures choisies parmi les plus intéressantes.

» Toutes ces figures sont gravées sur les parois verticales de la grotte et sur une longueur de 100^m de chaque côté de la galerie. Elles occupent une hauteur de $1^m,50$ en moyenne, partant à 15^{cm} ou 20^{cm} au-dessus du sol actuel de la grotte et remontant souvent jusqu'au plafond, en général assez bas (1^m à 2^m de hauteur). Les dépôts de stalagmite ont d'ailleurs profondément modifié la forme de la grotte et surtout sa hauteur.

» Les figures sont, en certains points, profondément gravées dans la roche ; les traits ont parfois 5^{mm} à 6^{mm} de profondeur sur autant de largeur

au moins. Ils sont très souvent alors, ainsi que nous l'avions signalé, recouverts d'un enduit stalagmitique pouvant avoir 1^{mm} à 3^{mm} d'épaisseur en moyenne, mais plus épais au niveau des traits qu'il remplit en partie, les faisant ainsi ressortir très nettement. En d'autres points, l'enduit stalagmitique, beaucoup plus épais, masque en partie le dessin, qui disparaît sous lui. Certains dessins sont faits au moyen de fines incisures plus ou moins rapprochées, parfois d'un vrai grattage qui entame à peine la roche.

» Sur quelques figures, les traits gravés sont rehaussés d'un trait de peinture noire qui parfois les remplace. Quelquefois on constate un vrai travail de champlevé, surtout autour de la tête de certains animaux : la roche est raclée tout autour de la figuration, qui a ainsi un certain relief.

» En somme, si l'on étudie les modes de gravure de ces images, on est frappé de leur complète identité avec ceux des gravures sur os et cornes qu'on trouve dans les stations magdaléniennes.

» En dehors des caractères mêmes de ces gravures, absolument typiques, la nature des animaux, reproduits certainement *de visu*, prouve aussi que ces gravures remontent à l'époque où vivaient ces animaux, c'est-à-dire à l'époque paléolithique et plus exactement à l'époque magdalénienne. Tantôt les animaux sont représentés sans ordre, parfois enchevêtrés, tantôt il existe de vraies scènes (par exemple, un groupe de trois Chevaux).

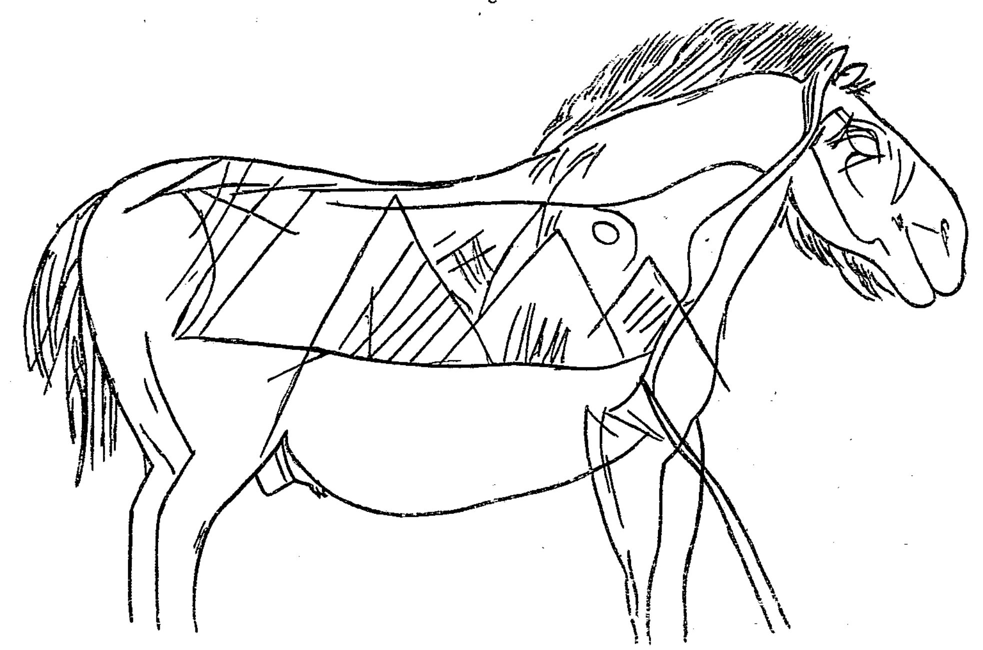
» Mais c'est surtout sur le point de vue paléontologique que nous nous permettons d'attirer l'attention de l'Académie. La précision des figures permet de reconnaître ordinairement l'espèce des animaux reproduits.

» Les Équidés (40 figures) présentent des types différents les uns des autres. On reconnaît d'abord des Chevaux à forte tête, à nez plus ou moins busqué, à crinière ordinairement courte et raide, parfois longue et retombant; la queue est très fournie comme celle des Chevaux actuels. Certains de ces Chevaux étaient domestiqués. Sur deux figures en effet dont nous reproduisons l'une ci-après (*fig.* 1), on peut voir sur le dos de l'animal une vraie couverture. Plusieurs montrent très nettement sur la joue la branche du chevêtre (appareil jouant le rôle du mors actuel) et d'autres la figuration d'une corde entourant le museau.

» Certains Équidés représentés sont beaucoup plus fins, les membres grêles, la tête petite, la crinière courte et toujours dressée, la queue implantée très bas et glabre, sauf une touffe de poils à l'extrémité.

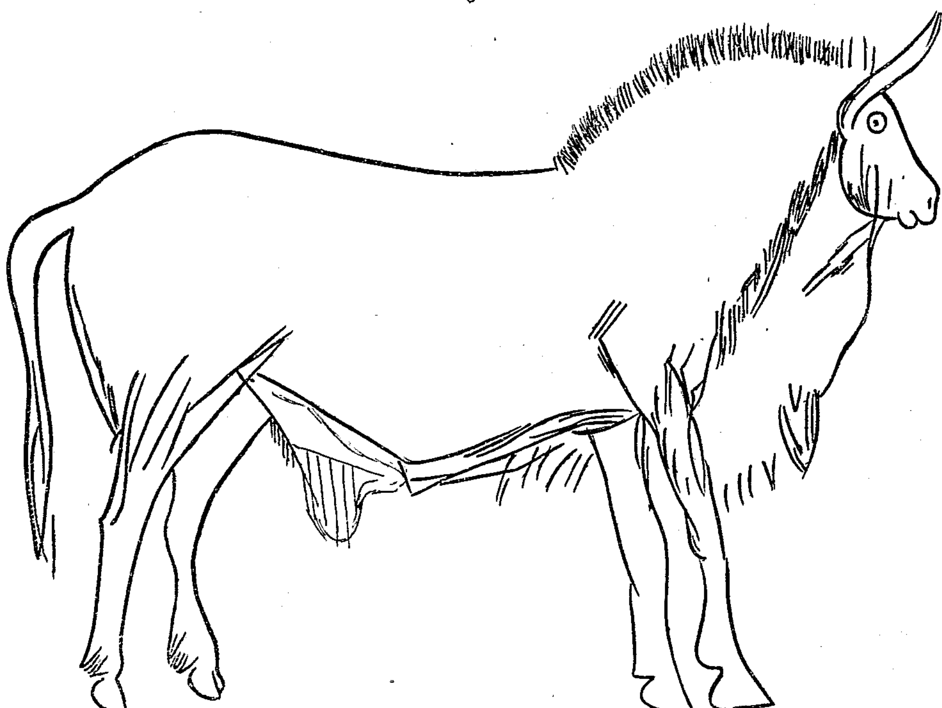
» Les représentations de Bovidés sont moins fréquentes (6 à 7), mais semblent se rapporter à des animaux différents les uns des autres. Le grand Bovidé dont nous présentons le calque semble être un Ruminant très

Fig. 1.



Gravure d'un Cheval avec couverture (8e de grandeur naturelle).

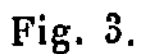
Fig. 2.



Gravure d'un Bovidé à crinière (7e de grandeur naturelle).

particulier rappelant certaines Antilopes africaines : crinière dressée, cornes peu incurvées, poils abondants retombant devant le fanon (*fig.* 2). Un autre, représenté marchant, a, au contraire, l'aspect de nos Bœufs actuels. Enfin, trois figures semblent représenter des Bisons.

» Les deux figurations entières de Rennes dont l'un courant (*fig.* 3),


Fig. 3.



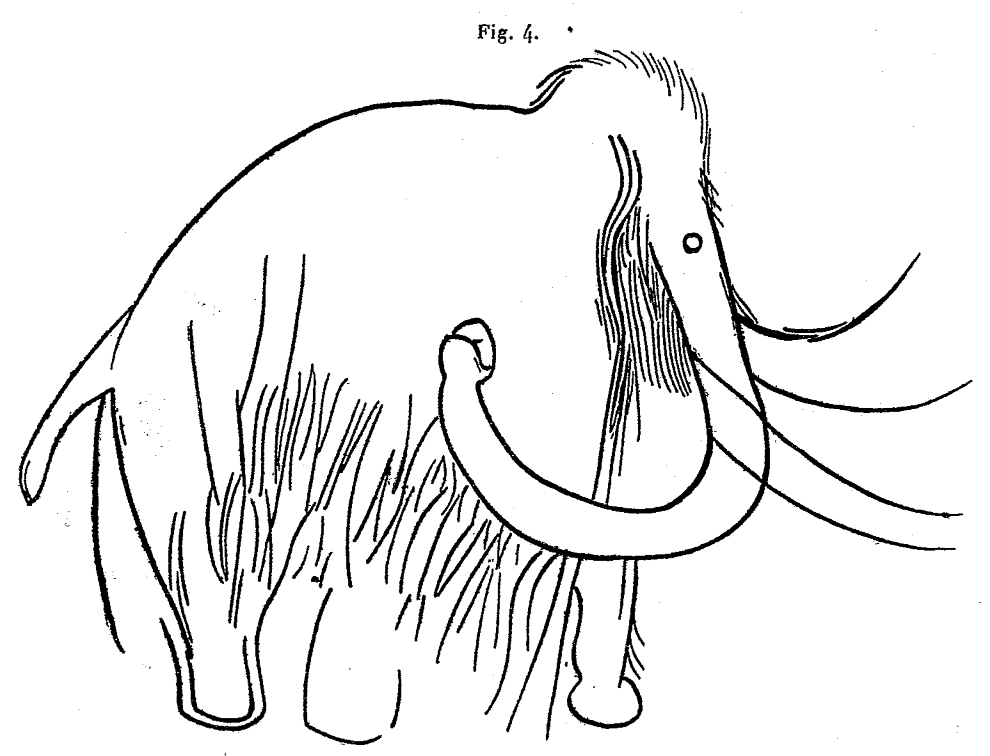
Gravure d'un Renne courant (8e de grandeur naturelle).

et dont nous présentons les calques, sont identiques à celles qu'on peut observer sur les os gravés magdaléniens. La comparaison avec trois figures d'autres Cervidés, très nettes aussi, permet de faire une différenciation absolue.

» Les quatorze figurations de Mammouths que l'on peut voir sur nos croquis, et dont nous présentons trois types calqués, sont très caractéristiques. Certaines représentent l'animal entièrement poilu et ayant la

forme d'une vraie boule. D'autres figures montrent l'animal moins poilu, mais ayant encore une toison fournie, surtout sous le ventre et sur la tête, parfois même autour de la bouche (*fig.* 4). La trompe, les défenses, toujours très recourbées, et les gros pieds typiques sont très distincts. Sur

Fig. 4.



Gravure d'un Mammouth (6e de grandeur naturelle).

deux autres figures, on peut voir les détails de la forme des oreilles, de la bouche et de l'œil bien indiqués.

» Deux figures, que nous avons également calquées, montrent des Bouquetins très exactement reproduits, avec leur silhouette et leurs cornes. Deux têtes semblent pouvoir être attribuées au Saïga ; elles portent des cornes droites sur le sommet de la tête. Une grande tête figurée rappelle celle d'un Élan sans cornes.

» A côté de ces figures, on peut signaler la singulière représentation d'une face humaine, ou plutôt d'une face de crâne humain, dont nous présentons le calque. C'est une sorte de cercle irrégulier avec l'indication des deux yeux et quelques traits pour la bouche et le nez.

» Parmi une série de signes, nous signalerons trois signes tectiformes

assez compliqués, un signe losangique à double contour sur le milieu du corps d'un Cheval et plusieurs signes alphabétiformes en M, en arc de cercle, etc., ainsi qu'un groupe de petites cupules très nettes.

» Telles sont ces curieuses figurations, dont nous tenions à mettre sous les yeux de l'Académie les premières reproductions, encore absolument inédites, que nous comptons compléter dans des campagnes ultérieures. »

MM. **E. Kayser** et **F. Dienert** adressent une Note intitulée : « Action de différents acides organiques sur quelques sels ».

MM. **Denaiffe** et **Sirodot** adressent, par l'entremise du Ministère de l'Instruction publique, une Note intitulée : « Sélection méthodique et raisonnée des Avoines cultivées; nouvelles races obtenues ».

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. **E. Pinson** adresse une Note relative à un aéroplane dirigeable.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 décembre 1901.

L'Hygiène sociale, par Émile Duclaux, Membre de l'Académie des Sciences. Paris, Félix Alcan, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Génération de la voix et du timbre, par le Dr Auguste Guillemin; 2e éd. avec 122 fig. dans le texte. Préface par M. J. Violle, Membre de l'Institut. Paris, Félix Alcan, s. d.; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Violle.)

Nouvelle théorie élémentaire de la rotation des corps. Gyroscope, toupie, etc , par F. Chamousset. Paris, impr. Chaix, 1892; 1 fasc. in-8°.

Les gisements pétrolifères du département d'Oran. Rapport adressé au Gouverneur général par M. Henry Neuburger. Mustapha, impr. Algérienne, 1901; 1 fasc. in-8°.

Le fémur. Étude des modifications squelettiques consécutives à l'hémiplégie infantile, par M. Georges-Paul Boncour. (Extr. du *Bull. de la Société d'Anthropologie de Paris;* fasc. V, 1900.) 1 fasc. in-8°.

Un contemporain de Daviel. Les Œuvres de Pierre-François-Bénezet Pamard, chirurgien et oculiste, 1728-1793; éditées la première fois d'après ses manuscrits par le Dr Alfred Pamard et le Dr P. Pansier. Paris, Masson et Cie, 1900; 1 vol. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

La Création sans Créateur, par Alphonse Emmerique. Paris, Victor Havard et Cie, 1902; 1 vol. in-12. (Hommage de l'Auteur.)

Résumé météorologique de l'année 1899 *pour Genève et le Grand Saint-Bernard*, par R. Gautier. Genève, 1900; 1 fasc. in-8°.

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice, pendant l'année 1899. Résumé, par R. Gautier. Genève, 1901; 1 fasc. in-8°.

Capillaranalyse beruhend auf Capillaritäts- und Absorptionserscheinungen, mit dem Schlusskapitel : *Das Emporsteigen der Farbstoffe in den Pflanzen*, von Friedrich Goppelsrœder, mit 59 Tafeln. Bâle, Emil Birkhaüser, 1901; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

The energy of celestial motion, by Henry-Raymond Rogers. Dunkirk, N.-Y., 1901; 1 fasc. in-8°.

Meteorological observations at stations of the second order, for the year 1898, with frontispice map; official copy, n° 152. Edimbourg, 1901; 1 vol. in-4°.

Nova Acta Academiæ Cæsareæ Leopoldino-Carolinæ Germanicæ, t. LXXIX, cum tabulis xxxv. Halle, 1901; 1 vol. in-4°.

Annual report of the Keeper of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College to the President and Fellows of Harvard College for 1900-1901. Cambridge (États-Unis), John Wilson et fils, 1901; 1 fasc. in-8°.

Memorias y Revista de la Sociedad cientifica « Antonio Alzate », pub. bajo la direccion de Rafael Aguilar y Santillan; t. XIII, 1899, nos 1 et 2; t. XV, 1900-1901, nos 7-10. Mexico; 3 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 25 novembre 1901.)

Note de M. *R. Blondlot*, Sur l'absence d'action d'un champ magnétique sur une masse d'air qui est le siège d'un courant de déplacement :

Page 848, ligne 24, *au lieu de* il n'en résulte, *lisez* il ne se produit.

Page 849, à la dernière ligne de la note au bas de la page, *au lieu de*

$$\mathrm{V}i\,dt = \mathrm{CV}\,d\mathrm{V} + d\left(\frac{\mathrm{CV}^2}{2}\right),$$

lisez

$$\mathrm{V}i\,dt = \mathrm{CV}\,d\mathrm{V} = d\left(\frac{\mathrm{CV}^2}{2}\right).$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 16 DÉCEMBRE 1901,

PRÉSIDÉE PAR M. FOUQUÉ.

M. **Fouqué** prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

« En ouvrant cette séance, le premier devoir de votre Président est de faire l'inventaire de nos deuils et d'adresser un souvenir ému à ceux de nos Confrères que la mort a ravis à notre affection. Jamais une année ne s'écoule sans que nous ayons à payer le lugubre tribut, mais l'année 1901 nous aura été particulièrement douloureuse à cause de la multiplicité des coups dont nous avons été frappés à son début. En quelques jours Potain, Hermite, Chatin nous ont été enlevés, et dans le courant de l'année nous avons encore perdu Lacaze-Duthiers, l'amiral de Jonquières et l'un de nos Associés étrangers, Nordenskiöld.

» Nous avons joui peu de temps de la présence de Potain au sein de notre Compagnie, car il n'était notre Confrère que depuis 1893, mais depuis longtemps déjà auparavant il était renommé par son honorabilité,

sa science profonde, sa réputation de clinicien aussi prudent qu'habile, son humeur aimable et conciliante. Quand il avait été candidat de notre Académie, tous ses concurrents s'étaient volontairement effacés devant lui, le signalant ainsi d'eux-mêmes à nos suffrages. Sa parole sage et pondérée était l'une de celles que nous écoutions avec le plus de déférence.

» Hermite compte parmi nos plus grandes illustrations. Né à Dieuze en 1822, il avait manifesté, dès sa première jeunesse, les aptitudes les plus marquées pour les Mathématiques. Son professeur du collège de Nancy, aussi bien que ceux d'Henri IV et de Louis-le-Grand, dont il suivit les cours, remarquaient et admiraient ses progrès rapides, mais n'étaient pourtant pas sans inquiétude sur le succès de ses examens prochains. Que penser, en effet, d'un élève qui, au lieu de se contenter de suivre ponctuellement les exercices de sa classe, consacre une partie de son temps à l'étude de sujets étrangers aux programmes d'examen? Dans ses heures de loisir, il allait lire à la Bibliothèque Sainte-Geneviève le *Traité de la résolution des équations numériques* de Lagrange, et employait ses économies à l'achat de la Traduction française des *Recherches arithmétiques* de Gauss. Bref, il faisait tout ce qu'il fallait pour devenir un vrai mathématicien, mais aussi pour échouer comme candidat à l'entrée de l'École Polytechnique.

» Il eut pourtant la chance d'y être admis. Là, sans négliger tout à fait les exercices obligatoires, il eut le loisir de poursuivre paisiblement ses méditations antérieures. Dès cette époque, il entre en correspondance avec Jacobi, puis bientôt publie une série de Mémoires qui attirent sur lui l'attention des hommes compétents. Nommé professeur à la Faculté des Sciences, en 1869, il enseigne avec distinction l'Algèbre, le Calcul intégral, la Théorie des fonctions. Sa verve est inépuisable. Ses cours sont des causeries merveilleuses où s'entremêlent les dissertations graves, les aperçus enthousiastes, les réflexions inattendues découvrant de vastes horizons.

» Entré à l'Académie en 1856, il a été, pendant de longues années, le doyen de la Section de Géométrie; ses Confrères avaient tous été ses élèves. Toujours au courant des progrès qui s'accomplissaient dans les parties les plus hautes de l'Algèbre et du Calcul infinitésimal et, en même temps, inventeur fécond de méthodes nouvelles, il savait ouvrir, dans le champ de l'Analyse, des voies inexplorées et y introduire à sa suite une pléiade de jeunes gens, admirateurs de son talent, séduits par la fertilité du domaine qu'il leur faisait entrevoir.

» Son dévouement à ses élèves était absolu; il soutenait et encourageait, donnait sans compter son temps et ses idées. Les étrangers eux-mêmes, connus ou inconnus, mettaient à contribution son exquise bienveillance. Sa correspondance était aussi étendue que fructueuse pour ceux auxquels elle s'adressait. C'était d'ailleurs un véritable bonheur pour lui de distribuer largement les trésors intellectuels qu'il tenait en réserve.

» Au déclin de sa vie, le 24 décembre 1892, il a été récompensé de l'emploi qu'il avait fait de ses belles qualités du cœur et de l'esprit par la touchante manifestation à laquelle a donné lieu la reconnaissance de ses élèves à propos de son soixante-dixième anniversaire. Mais cette fête n'a point été le signal de la clôture de ses travaux et jusqu'à son dernier moment nous l'avons connu actif et en pleine possession des hautes pensées dont il savait faire un si magnifique usage.

» La longue existence de Chatin a été partagée entre les travaux de laboratoire et les explorations à l'ombre des bois ou au milieu des champs et des prairies. Il n'est pas une branche de la Botanique dont il n'ait par quelque côté abordé l'étude. Les questions de Taxinomie et d'Anatomie végétale l'intéressaient également. Tantôt il poursuivait avec ardeur l'examen détaillé de quelque famille de phanérogames aux fleurs parées des plus brillantes colorations, tantôt il s'attachait à l'observation microscopique de mystérieux cryptogames dont la structure ou le mode de reproduction avaient le don de le passionner, Il a eu une vie douce et heureuse, et jusque dans la vieillesse la plus avancée il a été entouré d'affections et d'honneurs. Enfin, comme satisfaction suprême, il a vu son fils nommé professeur à la Sorbonne, puis appelé à occuper près de lui un des fauteuils de notre Académie.

» Henri de Lacaze-Duthiers est né, en 1821, à Montpezat (Lot-et-Garonne). A la sortie du collège il vint à Paris étudier la Médecine, fut admis à l'Internat des hôpitaux où il se lia avec Potain. Une leçon de Blainville, qu'il entendit par hasard, lui inspira le goût des Sciences naturelles. Il se mit à étudier avec ardeur dans cette voie et ne tarda pas à être apprécié de ses maîtres. Il passe sa thèse de doctorat en 1854 et est envoyé comme chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Lille où il devient le collègue de Pasteur. En 1860, chargé d'une mission sur les côtes d'Algérie pour l'étude du corail, il en rapporte un excellent travail; puis, successivement, il est appelé à professer à l'École Normale, au Muséum, et en dernier lieu à la Faculté des Sciences.

» La vie de Lacaze-Duthiers, dans le champ des Sciences biologiques, n'est pas sans analogie avec celle d'Hermite dans le domaine des Mathématiques. Lui aussi a brillé par l'originalité des méthodes, la largeur des vues, l'entrain merveilleux de l'enseignement. Lui aussi a produit un nombreux essaim d'élèves distingués qui font honneur à son nom, aussi bien dans les Universités étrangères que dans celles de notre pays. Il était entré à l'Académie des Sciences en 1871 et peu à peu, au fur et à mesure des vacances, il s'y est vu entouré par un cortège de disciples qu'il avait formés et dirigés. Pour le remplacer parmi nous, c'est encore l'un d'eux que nous venons d'élire.

» Il a été l'un des principaux adeptes de l'école de Cuvier, mais il en a élargi la doctrine. Il a fait accomplir à la Zoologie un progrès notable et véritablement inauguré le genre de travail qui caractérise l'école biologique moderne. Pour cela il a donné l'exemple et répandu le goût des recherches d'anatomie fine, poussées aussi loin que possible. Les grands zoologistes du commencement du XIXe siècle se bornaient à un examen sommaire des principaux traits du monde organique et en déduisaient souvent des conséquences géniales, mais Lacaze-Duthiers a eu le mérite de comprendre qu'une telle manière de procéder ne pouvait plus être suivie, que les recherches d'Anatomie, pour être désormais fructueuses, devaient s'étendre aux plus menus détails. Il a mis au service de cette idée une habileté pratique des plus remarquables. Aussi ses monographies anatomiques, appliquées surtout à l'étude des invertébrés, sont-elles des modèles que les travaux d'un demi-siècle n'ont pu modifier. Par suite, les généralités qu'il en a déduites ont un caractère de certitude indiscutable.

» Mais ce qui, dans tout le cours de sa carrière, a fixé spécialement son attention, c'est l'examen embryogénique des espèces qu'il observait. Il a été l'un des premiers à comprendre l'importance des données qu'on en pouvait déduire pour la connaissance sérieuse des divers types zoologiques inférieurs, considérés ainsi depuis leur origine, dans tout le cours de leurs transformations jusqu'au stade de leur développement complet.

» Il avait reconnu en même temps la nécessité de choisir pour sujets d'étude des êtres vivants pris dans leur milieu naturel, de manière à pouvoir suivre pas à pas, à la fois l'évolution de leurs organes et le développement de leurs fonctions. De là, la fondation des laboratoires de Roscoff et de Banyuls qu'il a créés, puis dirigés et soutenus de toutes ses forces pendant une longue suite d'années.

» Il émerveillait les élèves nombreux dont il était entouré par sa prodigieuse activité, par la communication du feu sacré dont il était animé. Le titre de Laboratoires de Zoologie expérimentale qu'il avait donné à ses fondations indique à lui seul le caractère qu'il tenait à leur donner et l'influence vivifiante qu'il y a exercée.

» L'amiral de Jonquières appartenait à notre groupe des Académiciens libres. Ce n'était pas un géomètre de profession. Marin avant tout, il a passé trente-six ans en mer avant de devenir vice-amiral et a pris part à tous les progrès de notre marine (création d'une flotte à vapeur, torpilles, etc.).

» Néanmoins il suivait avec intérêt les progrès de la Géométrie supérieure et en étudiait les problèmes dès que son service lui laissait quelques moments de liberté. Dans ses voyages il emportait avec lui les Œuvres de Poncelet et de Chasles et les méditait. De 1855 à 1866, assis sur son banc de quart, il a écrit une série de Mémoires dont Cayley, en Angleterre, a admiré « la magnifique généralité », tandis que Hesse, en Allemagne, s'étonnait de voir un marin résoudre des problèmes que lui-même n'aurait pas songé à se poser.

» Ces travaux, trop tôt interrompus par les exigences du service, montrent, en effet, de grandes qualités d'invention. Ils renferment beaucoup d'idées originales qui, reprises et développées plus tard par d'autres, leur ont assuré une légitime réputation. Mais il ne serait pas juste d'oublier que de Jonquières a été leur précurseur.

» Ainsi, c'est lui qui a donné le premier exemple de ces transformations dont l'étude systématique a illustré le nom de Cremona.

» Il a abordé le premier le problème des courbes à contacts multiples, repris avec tant de succès par Clebsch.

» Mais son principal titre est d'avoir été le premier créateur de la théorie des caractéristiques complétée successivement par Chasles et par Halphen, ce qui suffit à lui assurer un nom durable dans l'histoire des Mathématiques.

» Notre Associé étranger, Adolphe-Erik de Nordenskiöld, dont le décès inattendu nous a été récemment annoncé, était non seulement connu du monde savant, mais jouissait dans toute l'Europe d'une large popularité due à l'étonnante traversée qu'il a effectuée de l'océan Atlantique à l'océan Pacifique, en longeant les côtes septentrionales de l'Europe et de l'Asie.

» A plusieurs reprises, nous avons eu l'honneur de le recevoir en France et de l'entendre discourir dans notre langue, qu'il parlait couramment, sur différentes questions scientifiques. Il avait contracté parmi nous d'étroites et solides amitiés.

» Il était né en 1832 à Helsingfors. Quand il était encore enfant, son père, chef du Service des Mines en Finlande, l'avait emmené dans un voyage minéralogique à l'Oural, et lui avait communiqué le goût des collections d'histoire naturelle. On raconte qu'au retour de ce voyage il maniait déjà habilement le chalumeau, l'un des instruments les plus délicats des minéralogistes, et qu'il savait déterminer et classer les minéraux recueillis par lui.

» Il était moins brillant dans ses études classiques. A l'école de la ville de Bogdö, dont il fréquentait les classes, le directeur le signalait comme un paresseux irrémédiable; toutes ses notes variaient de médiocre à nul. Dans cette occurrence, son père jugea bon de le laisser libre de suivre ses goûts et de diriger ses études à son gré. L'épreuve était périlleuse; cependant il paraît que, dans ce cas particulier, le procédé était bon, car, à partir de ce moment, le jeune écolier, ayant acquis le sentiment de sa responsabilité et poussé par un sentiment d'amour-propre, se mit au travail avec ardeur et n'obtint plus que des témoignages de satisfaction. A dix-sept ans, il entre à l'Université, où il suit les cours de science, et principalement ceux de Minéralogie et de Géologie. Pour obtenir le grade de licencié, il présente une thèse sur les formes du graphite et de la chondrodite. Il publie, sur les minéraux de la Finlande, les mollusques de la Finlande, des recherches qui le font agréer comme assistant à l'Université d'Helsingfors et au Service des Mines. Un discours politique facétieux, prononcé dans une taverne de Thölö, lui ferme les portes de ces deux établissements. Il se console sans peine et, pour utiliser ses loisirs, va passer une année à Berlin, dans le laboratoire de Henri Rose, où il étudie l'Analyse minérale.

» A son retour en Finlande, il obtient une bourse de voyage et acquiert le grade de docteur. Mais la cérémonie même de sa réception au doctorat est pour lui une source nouvelle d'ennuis. Excité par la présence des délégués des Universités d'Upsal et de Lund, il prononce un toast politique, à la suite duquel, accusé de haute trahison, il se voit forcé de quitter son pays natal et de se réfugier en Suède.

» C'est alors que commence véritablement son rôle de géographe naturaliste. En 1858, il accompagne Torell au Spitzberg. A Belle-Sound, il re-

cueille une collection de plantes fossiles tertiaires; il constate l'existence des terrains carbonifères et jurassiques, et rapporte, en outre, une riche collection de minéraux. A la mort de Mosander, il devient directeur du Musée minéralogique de Stockholm, qu'il développe de manière à en faire l'un des plus considérables de l'Europe.

» En 1861, il retourne au Spitzberg avec Torell. En 1864, nouvelle expédition dans les mêmes parages, dont il continue à étudier la faune et la flore. En 1868, le gouvernement suédois lui confie un bateau à vapeur en fer, avec lequel il pénètre jusqu'à 81°42′ de latitude nord.

» Au retour, commencent déjà les préparatifs de la grande expédition dans les mers polaires, qui, dix ans plus tard, devait illustrer son nom. Des voyages d'exploration préliminaires sont entrepris par lui dans l'intervalle; l'un d'eux le conduit au Grönland, dont il étudie les glaciers où il fait de longues excursions au travers des plaines glacées de l'intérieur du pays.

» Enfin, il s'embarque à Tromsö, le 21 juillet 1878, sur la *Vega*. Un an plus tard, après un hivernage rigoureux, il pénètre dans la mer de Kara, qu'il trouve libre de glaces. Les sondages, les dragages, les observations géodésiques des côtes fournissent un ample faisceau de données scientifiques.

» Après avoir été retenue quelque temps dans la baie de Tainia, par les glaces, la *Vega*, dégagée, contourne, dans le mois d'août 1879, la pointe la plus septentrionale de l'Asie, le cap Chelyuskin. Bientôt la mer se prend de nouveau et Nordenskiöld est forcé d'hiverner en face de Pitlekai, par 67°07′ de latitude nord, et 123° de longitude est. L'hiver, le printemps et le commencement de l'été suivant sont consacrés à des recherches scientifiques diverses. Enfin, au milieu de juillet 1880, deux ans après le départ de Tromsö, la *Vega*, dégagée de sa ceinture de glace, contourne le cap qui termine l'Asie à l'est et vogue librement vers le Japon.

» La nouvelle de cette mémorable traversée, accueillie avec enthousiasme par l'Europe entière, valut à Nordenskiöld des honneurs de toute sorte et des réceptions chaleureuses, mais elle interrompit à peine le cours de ses travaux.

» Bientôt il entreprend une nouvelle expédition au Grönland, et pénètre de nouveau dans l'intérieur de ses déserts de neige, puis enfin il reprend avec plus d'ardeur que jamais ses recherches de Minéralogie. Son dernier travail géologique est peut-être encore son œuvre la plus intéressante au point de vue utilitaire. Par de nombreuses observations, il a dé-

montré qu'à une médiocre profondeur, au milieu de roches cristallines, il existait une nappe d'eau douce se prolongeant sous la mer, tout alentour des côtes de la Scandinavie, de telle sorte qu'un forage peu coûteux, effectué dans une des îles ou des îlots qui bordent ces côtes, peut sûrement, presque partout, fournir l'eau douce nécessaire aux besoins de ceux qui stationnent dans ces parages.

» Il est mort en Suède, loin de sa chère Finlande, patriote intransigeant et militant, attaché plus que jamais aux idées politiques de sa jeunesse.

» Parmi nos Correspondants, les décès ont été nombreux. Nous avons perdu, dans le courant de cette année, MM. Kowalewski, Agardh, Rowland, Raoult, Marès, et nous les avons remplacés par MM. Zeuner, Normand, Davidson, Oudemans, Gouy, Sabatier, Van Beneden, Maupas.

» Tous ceux qui nous ont quittés seraient dignes qu'un hommage public fût, dans cette séance, rendu à leur mémoire, mais le temps limité qui m'est accordé rend la chose impossible. Cependant, il en est un dont les travaux ont eu une telle importance, et dont les services sont si éclatants que je ne puis m'empêcher de rappeler le rôle considérable qu'ils ont eu dans la discussion de quelques-unes des grandes théories de la Physique moderne. Il s'agit ici de M. Raoult, professeur à l'Université de Grenoble, auteur d'une branche d'études nouvelles des plus fécondes, à laquelle il a donné le nom de *Cryoscopie*, et dont il a établi les lois en partant de données expérimentales, fruit d'un long travail consciencieux et ingénieusement conduit.

» Raoult était né en 1830, à Fournes (Nord). La première partie de sa vie s'est écoulée dans l'enseignement secondaire spécial, dont il avait successivement conquis tous les grades. Une thèse de doctorat sur les forces électromotrices des éléments voltaïques, présentée en 1863, lui valut, quelques années plus tard, son entrée dans l'enseignement supérieur et sa nomination à la chaire de Physique de l'Université de Grenoble. C'est là qu'il a vécu de longues années, poursuivant sans relâche une suite logique d'expériences délicates et acquérant de plus en plus la réputation d'un savant physicien et la considération attachée à son rare mérite.

» Pour donner une idée de la haute estime dont il a joui parmi les physiciens de notre époque, je ne saurais mieux faire que de citer ce qu'en a dit lord Kelvin, en lui conférant la médaille de Davy, décernée par la Société royale de Londres : « Depuis le commencement du XIXe siècle,

» beaucoup d'expérimentateurs, et des plus habiles, ont étudié le point de
» congélation et la tension de vapeur des dissolutions; mais, s'ils ont réussi
» à observer des faits intéressants, ils n'en ont vu ni la raison ni le lien.
» M. Raoult est venu. Il est sorti des sentiers battus; il a étudié les disso-
» lutions des matières organiques. Il l'a fait avec une science et une habi-
» leté consommées, sans hâte, suivant un plan déterminé d'avance; et il a
» ainsi découvert des propriétés ignorées, des lois nouvelles et fécondes,
» universellement connues aujourd'hui, mais dont la révélation complète,
» faite il y a quelques années seulement, frappa le monde de surprise et
» d'admiration ».

» Pour appuyer, si c'est possible, les sentiments exprimés de la sorte par un homme tel que lord Kelvin, j'ai besoin d'ajouter quelques mots.

» Les Travaux de Van t'Hoff l'avaient conduit à une formule permettant de calculer la valeur de la constante cryoscopique d'un dissolvant déterminé et c'est l'accord complet avec les nombres établis antérieurement par Raoult, qui a donné à la théorie de l'Analogie des gaz et des solutions un appui solide que l'on ne pouvait que difficilement chercher dans les mesures des pressions osmotiques.

» La théorie des ions, imaginée par Arrhenius, aurait aussi sans doute été difficilement acceptée, si les expériences de Raoult n'avaient permis de constater que le nombre d'ions calculé d'après la conductibilité moléculaire coïncide sensiblement avec celui que donne l'abaissement du point de congélation des solutions.

» Mais l'importance des découvertes de Raoult tient surtout aux services incessants que la Cryoscopie rend à la Chimie. La détermination du poids moléculaire d'un corps au moyen des réactions chimiques est quelquefois un problème difficultueux, aussi recourt-on volontiers pour l'effectuer à la considération des densités de vapeur. Cependant un grand nombre de corps ne peuvent être volatilisés à cause de la facilité de leur décomposition, tandis que les méthodes cryoscopiques permettent de résoudre aisément la question toutes les fois que l'on a affaire à un corps soluble dans un dissolvant quelconque, ce qui est le cas ordinaire.

» Notre Académie a récompensé amplement, quoique un peu tardivement, notre savant Correspondant. S'il avait habité Paris, je ne doute pas qu'elle n'eût accepté avec plaisir sa candidature à l'un des fauteuils de notre Section de Physique.

» Pour combler les brèches que la mort a faites parmi nous, l'Académie

a appelé dans nos rangs MM. Humbert, Zeiller, Laveran et Delage. Déjà, j'ai eu l'honneur de leur souhaiter la bienvenue; je suis heureux d'avoir, en ce jour, à leur renouveler encore nos plus cordiales félicitations.

» Parmi les noms des lauréats de nos prix, je tiens à saluer celui de M. Foureau, chef de l'expédition qui, partie de l'Algérie, est parvenue jusqu'au Congo en traversant le Sahara. Je joins dans ma pensée, au nom de M. Foureau, le souvenir de son vaillant compagnon, le commandant Lamy, mort glorieusement au terme de l'expédition.

» La mission Foureau-Lamy est l'une des plus périlleuses qui aient jamais été accomplies. On ne saurait trop vanter le courage et la persévérance de tous ceux qui en ont fait partie. Il fallait passer au milieu de populations guerrières et fanatiques foncièrement hostiles, franchir des régions désertiques, sans eau, sous un ciel inclément, endurer les rigueurs d'un climat excessif, supporter la faim, la soif. On était parti avec un long convoi de bêtes de somme, mais peu à peu les animaux emmenés succombaient décimés par la fatigue et la maladie. La mission restait ainsi aux deux tiers du chemin sans moyens de transport, entourée à courte distance d'ennemis acharnés qui guettaient le moment propice où, l'épuisement fatal survenant, l'extermination de l'Infidèle pourrait se faire impunément. Quelles angoisses pour ceux qui ont la responsabilité d'une pareille entreprise. Mais quelles récompenses ne méritent pas ceux qui la mènent à bonne fin? Cependant, en attribuant à M. Foureau le prix Leconte de *cinquante mille francs,* ce n'est pas le genre de mérite que l'Académie a voulu rétribuer, elle a songé uniquement à reconnaître l'importance de la partie scientifique de l'œuvre. M. Foureau a rapporté de précieux renseignements sur la géographie de la région qu'il a parcourue. Il a fixé la position géographique des points principaux de son parcours, déterminé les altitudes, fait connaître la nature des roches, la faune et la flore. La région orientale du Sahara présentait un intérêt tout particulier, en raison des considérations politiques et économiques qu'elle avait inspirées. Il était indispensable d'être fixé sur les questions discutées. On sait maintenant que, dans la région traversée par l'expédition, il existe deux crêtes granitiques d'inégale altitude et de conformations différentes, surmontées d'épanchements basaltiques et séparées l'une de l'autre par une zone gréseuse absolument stérile et sèche. On sait que la ligne de séparation des eaux est plus reculée vers le sud qu'on ne le croyait naguère. On sait aussi que la flore et la faune saharienne s'étendent beaucoup au sud des limites

qu'on lui attribuait. Ces simples indications d'ordre pratique suffisent pour montrer l'importance des données scientifiques fournies par la mission et l'accueil favorable que l'Académie a accordé à son chef. Au point de vue des résultats obtenus et des difficultés rencontrées, cette mission ne saurait être comparée qu'à celle de Nordenskiöld, dont j'ai précisément, tout à l'heure, hautement reconnu le mérite.

» Enfin, avant que se fasse l'appel de nos lauréats, il ne me reste plus qu'à vous retracer en quelques mots les événements les plus remarquables auxquels l'Académie a pris part dans le cours de l'année qui va bientôt achever de s'écouler.

» L'un d'eux est la réunion à Paris des délégués des Académies et des Corps savants étrangers analogues, venus de toutes les parties de l'Europe. Le temps a manqué, à notre grand regret, pour que les Américains répondent à notre appel; mais nous espérons qu'à la prochaine réunion, qui aura lieu dans trois ans à Londres, cette lacune sera comblée.

» L'entente entre les membres présents à Paris s'est facilement établie; la bonne volonté générale était complète.

» Le but de l'Association internationale inaugurée était l'établissement d'un accord de toutes les grandes institutions scientifiques pour coopérer à des œuvres de nature élevée, intéressant la science et l'humanité.

» Des efforts généreux ont été faits dans ces derniers temps en faveur de la paix et de la fraternité des peuples. Sur le terrain scientifique l'union était encore plus facile. Les hommes qu'anime un même amour du progrès et de la vérité sont tous disposés à s'entendre et à collaborer. Les fêtes qui ont suivi nos réunions n'ont fait qu'en confirmer le caractère amical. Tout nous permet donc d'espérer que la tentative effectuée sera dans l'avenir couronnée de succès et qu'elle conduira plus tard à l'exécution de puissantes entreprises dont un seul Corps savant eût été incapable.

» Un autre événement qui a vivement impressionné notre Académie est la solennité grandiose célébrée en l'honneur de notre Secrétaire perpétuel, M. Berthelot. Les échos de la grande salle de la Sorbonne retentissent encore des acclamations enthousiastes qui les ont ébranlés. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1901.

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Maurice Levy;
Picard, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Léonce Laugel**.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Picard, Poincaré, Appell, Maurice Levy;
Jordan, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Émile Borel**, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. Guyou, de Bussy, Bouquet de la Grye, Hatt, Cornu.)

La Commission du Prix Extraordinaire propose de partager le prix en parties égales entre :

M. **Tissot**, lieutenant de vaisseau, pour ses Travaux relatifs à l'utilisation de la Télégraphie sans fil par la Marine de l'État,

Et M. **Marbec**, Ingénieur des Constructions navales.

Rapport sur les travaux de M. Marbec; par M. **Guyou**.

Le Mémoire que M. **Marbec**, Ingénieur de la Marine, a soumis à l'Académie pour le concours du prix extraordinaire traite du Calcul des tuyautages et des pièces destinées à supporter de la vapeur à haute pression; c'est là une question fort importante dans la pratique, comme l'ont montré des accidents récents, et qui acquiert un intérêt tout spécial pour les navires où les appareils à vapeur sont très nombreux.

La méthode de M. Marbec consiste, en principe, dans un mode de calcul des liaisons élastiques planes. Un plan mobile étant lié élastiquement à un plan fixe, tout effort exercé sur le premier détermine un déplacement. On sait qu'il existe toujours une ellipse telle que la force appliquée a pour pôle le centre de la rotation provoquée et que cette rotation est proportionnelle au moment de la force par rapport au centre de l'ellipse.

C'est en partant de ce théorème que l'Auteur établit la théorie de la flexion des lames élastiques, théorie qu'il étend ensuite à un ensemble quelconque de tuyaux se terminant à des points fixes et réunis entre eux par des barillets d'assemblage.

Le procédé qu'il indique suppose, d'une part, que l'ensemble considéré est plan et, d'autre part, que les tuyaux qui le forment peuvent être consi-

dérés comme des lames flexibles. Malgré ces restrictions, son Travail présente un très réel intérêt pratique; aussi a-t-il déjà été adopté par l'industrie dans de nombreuses circonstances, bien qu'il ne remonte guère qu'à une année.

Le Mémoire de M. Marbec, remarquable par ses qualités d'originalité et d'élégance dans sa partie théorique, se termine par des Tableaux numériques et des modèles d'imprimés qui rendent l'application de la méthode en quelque sorte machinale et montrent que cette méthode a été amenée au point nécessaire pour la mise en pratique courante par des agents secondaires. La question des tuyautages, si capitale dans les machines à vapeur, et pour la Marine en particulier, reçoit donc, bien qu'elle ne soit pas traitée dans toute sa complexité, une contribution importante. C'est à ce titre que la Commission propose de décerner à M. **Marbec** un prix sur les fonds alloués par le Département de la Marine pour récompenser les progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Sarrau, Léauté, Sebert; Boussinesq, rapporteur.)

La Commission accorde le prix Montyon de Mécanique à M. **Aimé Witz**, à Lille, pour l'ensemble de ses travaux.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. de Bussy, Léauté, Guyou, Sebert; Maurice Levy, rapporteur.)

La Commission du prix Plumey décerne le prix à M. le Professeur **Boulvin** pour la publication comprenant tout le cycle de la Mécanique appliquée de son enseignement à l'Université de Gand et plus particulièrement pour les applications que l'Auteur a faites du diagramme entropique à la discussion des principales circonstances qui influent sur la marche et le rendement des machines à vapeur monocylindriques et polycylindriques.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Boussinesq, Sarrau, Sebert; Léauté, rapporteur.)

Le sujet proposé était le suivant :

Étude théorique ou expérimentale sur les turbines à vapeur.

Deux concurrents ont envoyé des Mémoires qui, malgré leurs mérites, n'ont pas paru à la Commission mériter le prix.

Le premier constitue non une étude des turbines à vapeur, mais un projet de turbine établie d'après des idées très particulières.

Le second est formé par un ensemble de Notes et de Publications que viendront compléter certainement plus tard les résultats d'applications importantes actuellement en cours d'exécution.

Pour ces diverses raisons, la Commission est d'avis de ne pas décerner en 1901 ce prix biennal et de maintenir la question posée pour le concours de 1903.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE

(Commissaires : MM. Janssen, Callandreau, Faye, Wolf, Radau; Lœwy, rapporteur.)

M. **Thome**, l'éminent directeur de l'observatoire de Cordoba, collaborateur et ensuite successeur de Gould, a continué les fécondes traditions de son illustre maître. Avant que l'aurore de cette brillante méthode photographique eût paru à l'horizon scientifique, les efforts des astronomes ont eu pour objet d'arriver à la connaissance, au moins approchée, des positions relatives de toutes les étoiles du ciel, jusqu'à une certaine limite

de grandeur. Dans ce but, Argelander, au prix de labeurs qui ont absorbé, pendant de longues années, son activité et celle de plusieurs auxiliaires, a entrepris et mené à bonne fin l'exploration de la sphère céleste entre la parallèle de $-2°$ et le pôle boréal.

Aux trois parties de son Ouvrage, connu de tous les astronomes sous le nom de *Bonner Durchmusterung*, est venu s'ajouter un Volume publié par Schœnfeld, comprenant les lieux approchés de toutes les étoiles jusqu'à la dixième grandeur entre $-2°$ et $-23°$ de déclinaison.

M. Thome, à l'observatoire de Cordoba, s'est imposé la tâche de construire un Catalogue semblable pour tout le reste du ciel austral. Dans ce coin du globe si éloigné de tous les grands centres de l'activité astronomique, luttant contre des obstacles dont il est difficile de se former une idée, M. Thome, aidé pour une partie seulement de son Ouvrage par M. Tucker, est déjà parvenu à publier les résultats de ses recherches concernant trois zones australes entre $-22°$ et $-52°$. De plus, il a presque terminé les travaux d'observation et de réduction de la zone suivante, allant de $-32°$ à $-62°$ de déclinaison. Les trois premières sections déjà mises entre les mains des astronomes contiennent les positions approchées de 489662 astres, qui ont nécessité 1569838 observations. On pourra se rendre compte de la richesse de ces documents en les comparant à ceux que l'on possède au sujet du ciel boréal, et qui sont dus aux labeurs d'Argelander et de Schœnfeld. Le nombre total des positions d'étoiles surpasse déjà le nombre des positions d'astres catalogués par ses deux prédécesseurs.

En même temps que les coordonnées des astres, M. Thome s'est attaché à évaluer soigneusement leurs grandeurs. Il a été amené, par ces études, à découvrir de très nombreuses étoiles d'éclat variable, et il a fourni à d'autres chercheurs l'occasion de faire des constatations du même genre. Ces travaux ont engagé M. Newcomb à se livrer à des comparaisons fort intéressantes concernant les échelles photométriques adoptées par divers astronomes, et à déterminer les corrections qu'elles doivent subir pour devenir entièrement comparables.

On doit, en outre, à M. Thome un ensemble très utile et très apprécié d'observations des astres mobiles que souvent leurs trajectoires dérobent aux investigations des astronomes de l'hémisphère boréal.

M. Thome a rendu dans un autre domaine un service signalé à l'Astronomie. Une lacune menaçait de compromettre l'homogénéité de la Carte

photographique du Ciel, entreprise d'un commun accord par dix-huit observatoires des deux hémisphères.

L'un des établissements chargés de l'exploration d'une région du ciel austral s'étant trouvé dans l'impossibilité de remplir ses engagements, M. Thome a accepté d'y suppléer. On peut envisager avec une confiance entière le résultat prochain de ses efforts.

La Commission propose à l'Académie de reconnaître le haut mérite des travaux de M. **Thome** en lui décernant le prix Lalande.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Lœwy, Janssen, Wolf, Faye; Callandreau, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix Valz à M. **Charles André**, Directeur de l'observatoire de Lyon, pour son *Traité d'Astronomie stellaire*, en cours de publication.

Ce traité, dont le but principal est de remettre en faveur une branche de l'Astronomie d'observation actuellement trop délaissée, offre au lecteur français un tableau, habilement tracé, des travaux des astronomes, disséminés dans de nombreux recueils.

La Commission applaudit à l'initiative prise par M. **Charles André** et désire marquer l'intérêt qu'elle attache à l'achèvement d'un Ouvrage dont le besoin se faisait sentir.

PHYSIQUE.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Lippmann, Potier, Violle, Cailletet, Berthelot, d'Arsonval; H. Becquerel, rapporteur.)

La Commission a décerné à l'unanimité le prix à M. **Pierre Curie.**

La découverte du radium a rendu célèbre dans le monde entier le nom de M. P. Curie, associé à celui de son éminente collaboratrice Mme Curie.

Deux ans après que l'on eut découvert le fait inattendu que l'uranium et ses composés émettaient des radiations d'une nature inconnue, traversant les corps opaques, impressionnant une plaque photographique et déchargeant à distance les corps électrisés, M. et Mme Curie, en recherchant la généralité de ce phénomène nouveau, observèrent que certains minerais sont plus actifs que l'uranium ou le thorium; ils eurent alors l'intuition de l'existence d'autres substances possédant à un plus haut degré les propriétés radiantes de l'uranium. Les résultats qu'ils obtinrent dépassèrent toutes les prévisions.

A la suite de nombreuses opérations chimiques dans lesquelles ils étaient guidés par les indications de l'électromètre, M. et Mme Curie parvinrent progressivement à préparer des matières dont l'activité atteignit plusieurs centaines de milliers de fois l'activité de l'uranium. Parmi ces substances, une seule jusqu'ici, le radium, est caractérisée par un spectre d'émission lumineuse et peut être regardée comme un corps nouveau. Pour d'autres la question n'est pas encore entièrement résolue. La préparation de substances extraordinairement actives a permis, soit à M. et Mme Curie, soit à divers expérimentateurs, d'étudier des propriétés nouvelles de la matière que le faible rayonnement de l'uranium eût été vraisemblablement beaucoup plus lent à manifester.

Ce beau travail n'est pas le seul que la Commission ait eu en vue dans la décision qu'elle a prise.

Depuis vingt ans M. P. Curie a publié divers travaux traitant des problèmes parfois très difficiles et qui, sans avoir eu le retentissement de la découverte du radium, font le plus grand honneur à la pénétration et à la sûreté de jugement de leur auteur.

Au premier rang il faut citer la découverte de la piezo-électricité faite en commun par M. Pierre Curie et par son frère M. Jacques Curie. On savait depuis longtemps que deux corps pressés l'un contre l'autre emportent des charges électriques lorsqu'on les sépare; le phénomène découvert par MM. Curie est tout autre. Pendant la compression de certains cristaux suivant des directions déterminées, il se dégage sur les faces de ceux-ci des charges électriques : phénomène réversible intimement lié à la pyro-électricité, mais d'un ordre plus général et qui ne s'observe qu'avec des cristaux présentant une dissymétrie particulière.

Ces recherches ont conduit M. P. Curie à des études remarquables sur la symétrie dans les phénomènes physiques, études dans lesquelles se trouvent définis pour la première fois des genres particuliers de symétrie

qui caractérisent un champ magnétique ou un champ électrique, et où l'auteur fait ressortir la nécessité de l'existence d'une dissymétrie déterminée pour que tel ou tel phénomène puisse se manifester.

On pourrait rappeler encore d'autres travaux : des réflexions très interressantes sur la formation des cristaux et sur les constantes capillaires des diverses faces, des études sur le mouvement pendulaire amorti, sur l'équation réduite de Van der Waals, ainsi que l'invention d'appareils nouveaux.

Enfin l'on ne saurait omettre de mentionner tout particulièrement une belle série de recherches sur les propriétés magnétiques des corps à diverses températures, dans lesquelles, entre autres résultats, l'auteur reconnut que pour les corps faiblement magnétiques le coefficient d'aimantation varie en raison inverse de la température absolue.

La Commission, s'appuyant sur l'ensemble de ces travaux dont quelques-uns sont de premier ordre, a décerné à leur auteur, M. **Pierre Curie**, le prix La Caze (Physique) pour l'année 1901.

PRIX GASTON PLANTÉ.

(Commission : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle; Cornu, rapporteur).

M. G. **Boucherot** s'est consacré depuis 1890 à l'étude des courants alternatifs et des nombreuses questions qui se rattachent à leur emploi industriel; comme d'autres inventeurs, il s'est d'abord laissé séduire par les avantages que l'on pourrait tirer de la combinaison des condensateurs avec les appareils producteurs et récepteurs de courants alternatifs; il a indiqué plusieurs applications intéressantes et nouvelles; malheureusement, des obtacles, les uns techniques, les autres économiques, se sont opposés jusqu'ici à l'emploi industriel des condensateurs; malgré les efforts de M. Boucherot et de ses successeurs, ils ne paraissent pas encore vaincus, et l'intérêt incontestable des recherches de M. Boucherot est plus théorique que pratique, dans l'état actuel de l'industrie.

Il a été plus heureux dans une autre voie; toujours guidé par une connaissance approfondie de la théorie, il a notablement perfectionné les moteurs d'induction, dits *asynchrones à champ tournant*, de la catégorie dite à *cage d'écureuil*, si répandus aujourd'hui grâce à leur robustesse et à la simplicité de leur construction; il a réussi à donner à ces appareils un couple notable de démarrage, sans les sacrifices exagérés de rendement,

comme c'était le cas dans les appareils antérieurs, et ces moteurs ont été bien accueillis.

Deux autres questions préoccupent les exploitants de courants alternatifs. La première est celle du couplage des alternateurs, opération quelquefois très facile, mais qui avait présenté aussi des difficultés paraissant insurmontables dans d'autres cas; dans des Mémoires qui remontent jusqu'à 1892, M. Boucherot fait connaître la cause de ces insuccès, qui dépendent autant du moteur à vapeur que de l'alternateur, et sont dus à la résonance électromécanique; une fois la cause mise en évidence, il est facile de remédier à ces inconvénients. La seconde est celle du compoundage des machines puissantes; il importe que la mise en marche de moteurs importants sur un réseau ne trouble pas la marche des autres moteurs ou de l'éclairage. Plusieurs solutions ont été proposées; une au moins de celles adoptées par M. Boucherot a reçu la sanction de l'expérience.

La Commission estime que les travaux et inventions de M. **Boucherot** sont dignes d'être récompensés par l'attribution du prix Planté.

PRIX KASTNER-BOURSAULT.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Cornu, Violle;
H. Becquerel, rapporteur.)

Le prix Kastner-Boursault est destiné à l'auteur d'un travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce. La Commission a pensé qu'elle pouvait l'attribuer à l'une des industries électrochimiques dont le développement toujours grandissant est une source de richesse pour notre pays.

Elle a choisi MM. **H. Gall** et **de Montlaur** pour leurs procédés de fabrication électrolytique des chlorates de potasse et de soude. Les lauréats sont les auteurs d'un procédé déjà ancien d'une quinzaine d'années, et, parmi leurs mérites, on peut compter celui d'avoir fondé la première usine électrochimique utilisant une des grandes sources des Alpes. On sait que, depuis lors, les grandes chutes d'eau ont attiré de nombreuses usines dans la Savoie et dans le Dauphiné.

Avant d'établir le procédé industriel en question, l'un des auteurs avait déjà pu se rendre compte de l'avantage des méthodes électrolytiques sur les méthodes purement chimiques dans des essais poursuivis en vue de

l'extraction du brome des eaux mères des marais salants; il est même regrettable que ce procédé, recommandé depuis à l'étranger, n'ait pas été utilisé en France.

L'électrolyse de la solution aqueuse d'un chlorure alcalin donne, comme on le sait, le métal et de l'hydrogène à la cathode : du chlore et de l'oxygène à l'anode. Le métal, en présence de l'eau, se transforme en alcali caustique.

Si les divers éléments restent en présence, des réactions multiples peuvent prendre naissance. L'emploi d'une cathode en mercure, comme l'avaient fait Berzélius et H. Davy, permet de retirer le métal, procédé qui est devenu la base de méthodes industrielles; on peut, au contraire, favoriser l'action du chlore sur l'alcali et obtenir des chlorates et des perchlorates. C'est la réaction utilisée par MM. H. Gall et de Montlaur.

L'élévation de la température des bains, une distribution convenable des densités autour des électrodes, dont l'anode est en platine, assurent les réactions dans des conditions économiques. A l'origine de la fabrication, les électrodes étaient entourées de diaphragmes contenant des liquides de composition différente; plus tard, on s'est borné à protéger la cathode par de l'amiante ou par un dépôt d'hydrate de chaux. Les bains sont contenus dans des cuves en ciment armé. Le chlorate de potasse et le chlorate de soude, sels inégalement solubles, s'obtiennent par des méthodes un peu différentes. Nous ne saurions donner ici plus de détails sur les installations industrielles.

Après des essais faits en 1886, dans l'Oise, à Villers, les auteurs ont appliqué leur procédé en Suisse, à Vallorbe, utilisant 2000 chevaux de force; puis, en 1892, ils créèrent en France, à Saint-Michel-de-Maurienne, une usine employant 5000 chevaux de force.

Il y a quelques années encore, la totalité des chlorates était préparée par voie chimique pure et provenait, pour la plus grande partie, d'usines anglaises. Aujourd'hui, la production française annuelle atteint 6000 tonnes, et dans ce chiffre l'exploitation des procédés de MM. H. Gall et de Montlaur intervient pour la plus large part.

La Commission s'est appuyée sur ces beaux résultats pour décerner le prix à MM. **H. Gall** et **de Montlaur**, créateurs d'une industrie électrochimique aujourd'hui florissante.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON (STATISTIQUE).

(Commissaires : MM. Laussedat, de Freycinet, Rouché, de Jonquières, Brouardel; Haton de la Goupillière, rapporteur.)

La Commission du prix Montyon de statistique décerne ce prix, pour le concours de 1901, à M. le Dr **G. Baudran**, de Beauvais, pour son Ouvrage intitulé : *La tuberculose dans le département de l'Oise*.

Une *mention très honorable* est accordée au travail ayant pour titre : *La statistique des maladies contagieuses des animaux domestiques en France pendant les années* 1886 *à* 1901, par MM. les Drs **Delobel**, de Noyon; **Lebrun**, médecin vétérinaire à Percy (Manche), et **Cozette**, médecin vétérinaire à Noyon.

Une *mention très honorable* est également accordée à M. le Dr **Lowenthal**, pour son Ouvrage intitulé : *Contribution à l'enquête sur les causes de la dépopulation française*.

Outre plusieurs productions qui ont été écartées par votre Commission comme reposant sur des bases trop étroites, un Ouvrage inscrit au concours a dû en être éliminé, aux termes de la décision prise à la séance des cinq Académies du 1er octobre 1890, comme ayant pris part, dans cette même année 1901, au concours du prix Audiffred devant l'Académie des Sciences morales et politiques.

Les Rapports ci-après font connaître avec détail les motifs qui ont porté votre Commission à décerner les récompenses ci-dessus énoncées.

La tuberculose dans le département de l'Oise, par M. le Dr Baudran.
Rapport de M. **Brouardel**.

M. **Baudran**, Secrétaire du Conseil d'hygiène de l'Oise, a envoyé un Mémoire extrêmement intéressant sur les foyers tuberculeux de la France et sur la tuberculose dans le département de l'Oise.

M. Baudran ne s'est pas contenté d'enregistrer le nombre des décès par tuberculose et d'établir leur proportion pour 1000 personnes vivantes; il a établi le rapport pour 100 qui existe entre les décès totaux et les décès tuberculeux. Il y a, par ce procédé, un moyen d'approcher davantage de la vérité.

Dans un second chapitre, M. Baudran étudie l'influence des professions et insiste sur le rôle offensif des poussières. Pour les campagnes, il signale, après bien d'autres, l'émigration des habitants ruraux à la ville, où ils vont contracter la tuberculose, et leur retour ultérieur à la campagne, où ils viennent mourir en créant de nouveaux foyers tuberculeux.

Dans un troisième chapitre, comparant la consommation de l'alcool et la mortalité tuberculeuse, M. Baudran arrive à cette conclusion : « La mortalité par phtisie est facteur direct de la quantité d'alcool consommée par tête d'habitant. »

Reprenant ces diverses questions pour le département de l'Oise, M. Baudran les a étudiées à part pour chaque commune et a vérifié la valeur des conclusions précédentes.

Puis il étudie « les conscrits dans le département de l'Oise » et montre les oscillations des réformés pour suspicion de tuberculose; les résultats confirment ceux obtenus par O. Arnaud et P. Lafeuille : 1889, 5,99 tuberculeux pour 1000 examinés ; 1896, 8,28.

Le travail de M. **Baudran** est très remarquable et a demandé un temps considérable; il sera souvent mis à contribution par ceux qui prennent part à la campagne antituberculeuse.

Statistique des maladies contagieuses des animaux en France de 1886 *à* 1901, par MM. Delobel, Lebrun et Cozette. Rapport de M. **Brouardel.**

MM. les Drs **Delobel**, de Noyon; **O. Lebrun**, médecin vétérinaire à Percy (Manche), et **Cozette**, médecin vétérinaire à Noyon, ont envoyé à l'Académie pour le prix Montyon (Statistique) une étude statistique sur les maladies contagieuses des animaux domestiques en France de 1886 à 1901.

Ce travail manuscrit comprend la valeur de trois ou quatre in-octavo; il a été fait avec un soin extrême. Leur but a été de voir quelle influence la loi de 1881 a eu sur l'état sanitaire du bétail, et ils constatent qu'il n'est pas sensiblement différent de ce qu'il était il y a 15 ans.

Il y a une exception : la loi a été efficace pour la péripneumonie conta-

gieuse, parce que, en cas d'abatage, le fermier a droit à une indemnité. Par contre, la fièvre aphteuse, la clavelée, le charbon et la morve ont augmenté : celle-ci a presque triplé ; le nombre des animaux abattus comme atteints de rage a doublé.

Les auteurs constatent quelques lacunes dans les lois de 1881 et 1888, mais ils accusent surtout, et avec raison, la mollesse avec laquelle elles sont exécutées, grâce, disent-ils, à des interventions politiques.

C'est le point faible que les auteurs mettent très vivement en lumière ; ils signalent également les clos d'équarrissage, les tueries et abattoirs particuliers, la mauvaise désinfection des wagons, foyers de contagion des plus actifs.

Ce travail très instructif, très consciencieux, mérite de retenir l'attention de l'Académie.

Contribution à l'enquête sur les causes de la dépopulation française, par M. le Dr Lowenthal. Rapport de M. **Brouardel.**

M. le Dr **Lowenthal**, d'Anizy-le-Château (Aisne), adresse un travail très considérable sur les causes de la dépopulation en France. L'auteur fait preuve d'une érudition très remarquable et recherche la population de la France jusqu'au temps des Gaulois et il donne la définition suivante du mot *dépopulation :* Elle est un phénomène qui se manifeste par une diminution du nombre d'habitants aborigènes sur un espace fixe et qui est déterminé par un excès de mortalité, excès qui lui-même a pour cause soit une mortalité excessive, soit une natalité insuffisante. Il constate que l'augmentation annuelle a varié, depuis le recensement de 1801, de 6,12, 6,3 pour 1000 jusqu'en 1870, qu'en 1872 la perte de l'Alsace et d'une partie de la Lorraine s'est traduite par un abaissement de 10 pour 1000, et que progressivement elle s'abaisse jusqu'à 0,7 pour 1000. En Europe, l'accroissement moyen pour le XIXe siècle a été 11 pour 1000; celui de la France, de 3.

M. Lowenthal passe en revue les diverses causes qui, pendant les derniers siècles, ont influé sur le taux de la population : les guerres, les épidémies, etc., et constate que l'abaissement actuel correspond à une période de paix et d'hygiène relative. Il constate qu'il meurt, chaque année, en France, 150000 enfants avant qu'ils aient atteint l'âge de deux ans.

Il dresse enfin le tableau suivant :

	Natalité pour 1000.	Mortalité pour 1000.	Différence.
1801-1810...	32,9	28,6	4,3
1811-1820...	31,7	26,1	5,7
1821-1830...	30,6	24,8	5,8
1831-1840...	28,7	24,6	4,1
1841-1850...	27,4	23,2	4,3
1851-1860...	26,1	23,7	2,4
1861-1870...	26,3	22,5	3,8
1871-1880...	25,4		2,9
1881-1890...	23,8		1,5
1891-1895...	22,3		0,2

M. Lowenthal signale le danger avec une louable ardeur, et propose avec raison de lutter en combattant les maladies qui frappent ceux qui sont nés.

Il discute, avec ceux qui se sont occupés de ce problème, les différents remèdes préconisés. Nous ne pouvons entrer dans les détails de ces discussions; la statistique, d'ailleurs, n'y joue plus qu'un rôle un peu secondaire.

En résumé, le travail présenté par M. **Lowenthal** est digne d'éloges, mais, en nous plaçant au point de vue spécial de la Commission, nous devons faire remarquer que l'auteur a utilisé avec talent les statistiques dressées par d'autres, mais n'en fournit pas de personnelle établie par lui-même.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Moissan, Ditte, G. Lemoine; Haller, rapporteur.)

La Commission a décidé de partager le prix entre MM. **Moureu**, **Simon**, **Léo Vignon**; elle signale avec éloges les travaux de M. **Held**.

Rapport sur les travaux de M. Moureu, *professeur agrégé à l'École de Pharmacie de Paris.*

Bien que M. **Moureu** ait fait quelques travaux fort intéressants dans le domaine de la Chimie minérale, comme son étude de l'action du chlorure de sulfuryle sur l'acide sulfurique et sa découverte de l'argon et de l'hélium dans des sources d'eaux minérales, son champ d'étude de prédilection semble être celui de la Chimie organique.

Ses premières recherches, celles qui ont été consignées dans sa thèse inaugurale, ont porté sur l'acide acrylique, le plus simple des acides non saturés, et ses dérivés. Comme les méthodes de préparation de cet acide étaient aussi laborieuses que coûteuses, M. Moureu a commencé par perfectionner la plus connue, celle qui consiste à partir de l'acroléine, et a réussi à trouver les meilleures conditions pour opérer la transformation de cette aldéhyde en son acide correspondant. En possession de cette matière première, il s'est ensuite attaché à combler différentes lacunes qui existaient dans la série des dérivés acryliques et a fait, au cours de ses préparations, des observations pleines d'intérêt.

Le radical allyle fait partie constituante de tout un groupe de produits naturels dont quelques-uns ont reçu des applications dans l'industrie des parfums. M. Moureu s'est donné comme tâche de déterminer la structure de certains de ces produits en en effectuant la synthèse, ou plutôt celle de quelques-uns de leurs dérivés immédiats. C'est ainsi qu'en traitant le vératrol par de l'iodure d'allyle et du zinc, il a obtenu de l'allylvératrol, identique avec l'éther méthylique de l'eugénol, principe dominant de l'essence de girofle.

Il en résulte que ce principe est de l'allylgaïacol. De même, en soumettant le pipéronal ou héliotropine à l'action d'un mélange d'anhydride propionique et de propionate de sodium, il a obtenu l'isosafrol, produit de transposition moléculaire du safrol qui existe dans les essences de camphre et de sassafras. Or on sait que, si l'eugénol constitue la matière première de la fabrication de la vanilline, le safrol sert à la préparation industrielle de l'héliotropine.

Des réactions analogues, appliquées à l'aldéhyde anisique et à ses isomères, lui ont donné divers homologues et isomères de l'anéthol, encore inconnus.

L'étude de certains composés, comme le vératrol, l'allylvératrol, l'eugénol, l'isosafrol, qui, tous, ont un noyau commun, la pyrocatéchine, suggéra à M. Moureu tout un ensemble de recherches qui furent extrêmement fécondes en observations imprévues et en résultats nouveaux. Ces études l'ont d'abord conduit à passer du vératrol, ou diméthylpyrocatéchine, à l'acide vératrique et à faire la synthèse de l'éthène pyrocatéchine, ainsi que celle de l'aldéhyde, du nitrile et de l'acide éthènepyrocatéchique.

Multiples et ingénieuses sont les transformations que M. Moureu a fait subir à ces molécules, et nombreux sont les nouveaux corps obtenus au cours de ce long travail.

Revenant aux composés non saturés, notre jeune savant porta son attention sur des corps acétyléniques de la série grasse et de la série aromatique, et réalisa une suite de synthèses dont les unes constituent de nouvelles applications de réactions déjà signalées par MM. Friedel, Baeyer et Nef et dont les autres sont pleines d'originalité et lui appartiennent en propre. Nous citerons, dans cet ordre d'idées, le mode de préparation d'alcools primaires acétyléniques par fixation du trioxyméthylène sur des carbures acétyléniques sodés, et la synthèse des aldéhydes à fonction acétylénique en substituant, dans cette préparation, les éthers formiques au trioxyméthylène.

Indépendamment de ces recherches de longue haleine, dont la plupart forment des Chapitres nouveaux et pleins d'intérêt de la Chimie organique, M. Moureu a tenté d'autres synthèses qui ont été également suivies de succès. Nous ne citerons que la préparation de la diéthylhydroxylamine et de ses analogues, en faisant agir l'iodure de magnésium-éthyle de M. Grignard sur le nitroéthane, et décomposant par l'eau le produit de la condensation.

En raison des résultats originaux obtenus par M. **Moureu**, en raison aussi des efforts constants et soutenus qu'il a faits pour mener à bien des travaux dont l'exécution n'était pas exempte de difficultés, la Section de Chimie a décidé à l'unanimité de lui décerner la moitié du prix Jecker.

Les recherches de M. **Simon** affectent un tout autre caractère. Il semble, en effet, pénétré de cette idée qu'il n'est pas absolument nécessaire de porter ses investigations sur des sujets nombreux et variés pour faire œuvre durable et originale, car, depuis ses débuts dans la recherche scientifique, il est pour ainsi dire resté fidèle au même groupe de composés.

Ses travaux les plus importants ont eu pour objet l'étude des acides

β-cétoniques et, en particulier, celle des acides pyruvique et phénylglyoxylique. Il commence d'abord par préparer l'acide pyruvique à l'état cristallisé, car jusque-là on ne connaissait ce composé que sous la forme d'un liquide sirupeux, jaune brun et incristallisable. Il en étudie ensuite un certain nombre de dérivés et, en particulier, ceux qui résultent de l'action de l'aniline et de ses homologues sur cette molécule.

Ces recherches sont ensuite étendues à l'acide phénylglyoxylique, autre acide β-cétonique, et aboutissent à une observation très intéressante, la perte d'eau qu'éprouve le phénylglyoxylate d'aniline sous l'influence de l'alcool méthylique, avec changement subséquent en acide anilé. Les anilines ne sont pas les seules molécules qu'il fit agir sur ces types d'acides. Il condensa successivement la phénylhydrazine, l'uréthane, l'urée avec l'acide pyruvique et obtint avec la première de ces bases deux hydrazones stéréo-isomères, avec l'uréthane un composé inconnu jusqu'alors, et avec l'urée, outre les produits déjà observés par Grimaux dans son très beau travail sur les uréides, de l'acide homoallantoïque.

Outre ces études, dont l'ensemble constitue une véritable monographie des deux acides β-cétoniques, M. Simon a fait encore des recherches sur l'acide isopyromucique, sur les produits de pyrogénation de l'acide tartrique, dont il a retiré l'acide isopyrotritarique, sur les glucoses et sur une série de bétaïnes pyridiques et quinoléiques.

Tenant compte de l'ensemble de ses travaux, du soin et de la clarté qu'il y a apportés, la section de Chimie a proposé à l'unanimité d'accorder à M. **Simon** une partie du prix Jecker.

Si M. **Léo Vignon** a marqué sa trace dans toutes les régions de la Science chimique depuis 1869, date de la publication de son premier Mémoire, on peut dire que c'est la Chimie organique qui a spécialement captivé son attention.

Ses premières recherches ont trait à la mannite. Il montre d'abord que cette substance, qu'on regardait comme inactive, dévie en réalité la lumière polarisée quand on la combine avec l'acide borique et ses sels; il donne ensuite un nouveau mode de préparation de la mannitane et décrit un éther de la mannite et un isomère de la mannitane.

Quelques années après, il aborde les matières colorantes, étudie en particulier le mécanisme de la formation des safranines et indique deux méthodes générales nouvelles permettant d'obtenir certains corps de cette classe.

Ses études thermochimiques sur les combinaisons diazoïques et sur les phénylènediamines, celles relatives à la soie, qui l'ont conduit à mettre en évidence et à mesurer l'intensité des fonctions acide et basique de cette fibre, des recherches du même ordre concernant la laine et le coton, recherches qui lui ont permis d'apporter une importante contribution à la théorie des phénomènes de la teinture, montrent que M. Léon Vignon est non seulement familier avec toutes nos méthodes d'investigation les plus délicates, mais qu'il sait les appliquer d'une façon judicieuse et donner aux résultats trouvés une interprétation logique.

Nous pourrions encore citer ses observations curieuses sur la transformation à 180°-190° des sulfates acides des bases aromatiques en acides paramonosulfonés correspondants, ses études récentes sur les éthers nitriques des alcools polyatomiques acycliques et un ensemble de Mémoires sur les sujets les plus divers de la Chimie minérale, de l'Analyse et de la Chimie agricole, où l'auteur a montré les mêmes qualités de persévérance et de rigueur que dans ses recherches de Chimie organique.

Cette somme importante de travaux originaux élaborés d'une manière continue pendant une période de plus de trente années, les nombreux services que M. **Léo Vignon** a rendus comme directeur de l'École de Chimie appliquée de l'Université de Lyon justifient le choix de votre Section de Chimie, qui vous propose de lui décerner une partie du prix Jecker.

M. **A. Held** a débuté dans la recherche par un travail très important et plein de faits inattendus, à l'époque où il a été publié.

Continuant l'étude des éthers acétylcyanacétiques, à la préparation desquels il avait déjà collaboré, M. Held les a soumis à l'action de différents réactifs comme le brome, l'ammoniaque, les amines, l'eau bouillante, etc. Chaque réactif mis en œuvre lui a fourni une nouvelle catégorie de composés. C'est ainsi que l'ammoniaque chauffée avec l'acétylcyanacétate d'éthyle donne, suivant les conditions de l'opération, de l'aminoacétocyanacétate d'éthyle et un acide cyané complexe, à noyau hydropyridique, dont il a préparé toute une suite de dérivés et établi la constitution. Les monoamines primaires lui ont fourni des combinaisons du même genre, qu'on peut regarder comme des homologues supérieures de celles obtenues avec l'ammoniaque. Quant à l'eau bouillante, elle engendre un dérivé très complexe que l'auteur considère comme de l'oxyde de mésityle dicyané, unique représentant de la série, il y a une dizaine d'années. Nous ne citons que les faits les plus saillants, car ce Travail, d'une exécution très labo-

rieuse par suite de la résistance qu'opposaient certaines combinaisons à la combustion, est rempli d'observations intéressantes.

Ces recherches ont été suivies de la préparation des éthers méthyle et éthyle acétocyanacétiques et de leurs produits de décomposition sous l'influence de l'acide chlorhydrique ou de la potasse, de la synthèse de l'acide citrique (en collaboration avec M. Haller), d'essais de condensation des éthers cyanés avec le phénol et la résorcine, essais qui ont abouti à la préparation d'éther acétomalonamique et de β-ombelliférone; d'un nouveau mode de préparation du chlorure de cyanogène permettant de substituer au cyanure de mercure, fort onéreux, du cyanure de zinc, et d'un certain nombre d'autres études faites en collaboration.

L'ensemble de tous ces résultats n'a pu être obtenu que par un labeur considérable, souvent interrompu, malheureusement, par une santé délicate, et grâce à un réel amour pour la recherche.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Ditte, Lemoine, Haller, Berthelot, Hautefeuille, P.-P. Dehérain; H. Moissan, rapporteur.)

Le cérium, le didyme et le lanthane se trouvent associés dans les mêmes minerais, et leur séparation est une des opérations les plus difficiles de la Chimie minérale. On sait que Berzélius et Hisinger, d'une part, et Klaproth, d'autre part, découvrirent en même temps un nouvel élément, le cérium, qu'ils retirèrent d'un minéral suédois de Bastnas, en Westmanland.

De 1839 à 1842, Mosander, en traitant le nitrate de cérium par un courant de chlore en milieu alcalin, établit que le métal de Berzélius ou de Klaproth était impur et qu'il renfermait du lanthane et du didyme. Mais ce didyme était lui-même complexe, et M. Brauner indiqua le premier (*Monatshefte für Chemie*, 3, p. 487) qu'il devait renfermer trois éléments qu'il désigna par les symboles Diα, Diβ et Diγ. Plus tard, M. Auer de Welsbach (*Monatshefte für Chemie*, 6, p. 477) a dédoublé l'ancien didyme en praséodyme et néodyme, et notre confrère M. Lecoq de Boisbaudran a pu en séparer un nouveau corps simple auquel il a donné le nom de *samarium*.

Pour démontrer combien cette séparation du cérium des métaux qui

l'accompagnent est délicate, nous rappellerons le grand nombre de méthodes qui ont été proposées successivement par Mosander, L.-L. Bonaparte, Popp, Gibs, Pattenson et Clarke, Bunsen, Marignac, Sainte-Claire Deville et Damour, Erk, Debray, Auer de Welsbach, Brauner, Bricourt, pour ne citer que les plus importantes.

Nous ajouterons que l'étude des composés du cérium est due en grande partie aux belles recherches de Mosander, aux travaux si exacts de Marignac et à de nombreux chimistes : Rammelsberg, Wœhler, Hillebrand et Norton, Clève, Nordenskiöld, Paul Didier, Robinson, etc. Enfin, nous ferons remarquer que l'étude des spectres d'émission et d'absorption des métaux de la cérite a été poursuivie surtout par Marignac, Soret, Thalen, Gladstone, Delafontaine, Nilson, Lecoq de Boisbaudran, Henri Becquerel, Brauner et Demarçay.

La méthode des précipitations fractionnées par un réactif ou celle des fractionnements de sels doubles, souvent employées dans ces recherches, sont des méthodes limitées qui ont fourni des résultats très intéressants mais qui ne conduisent pas à des séparations complètes.

MM. **Wyrouboff** et **Verneuil** ont abandonné ces méthodes, et ils ont abordé le problème délicat de la préparation de l'oxyde de cérium pur en utilisant des réactions purement chimiques.

Après de longues recherches, ils ont établi que ces terres rares possédaient la curieuse propriété de se polymériser avec la plus grande facilité. Dès lors, elles fournissent des composés dont la stabilité peut aller en augmentant, stabilité qui variera avec les différentes réactions.

De plus, MM. Wyrouboff et Verneuil ont dégagé de l'ensemble de leurs recherches un autre fait important : les oxydes plus ou moins polymérisés se combinent entre eux avec facilité, de telle sorte que les séparations vont se compliquer suivant les conditions du milieu et les variations de la température. Ils établissent par de nombreux exemples que l'oxyde qu'ils appellent *cérosocérique,* en se combinant avec le lanthane, le didyme ou l'yttria, formera des oxydes complexes de la forme Ce^3O^4MO qui, en se polymérisant, fourniront deux oxydes isomères tous les deux condensés. Dès lors, ils peuvent former avec les acides des sels analogues à ceux du cérium pur. Ces différentes réactions rendent compte de la grande difficulté de cette séparation des terres rares.

En opérant dans des conditions bien déterminées, MM. Wyrouboff et Verneuil, en partant de la monazite ou de la cérite, ont obtenu un oxyde

de cérium complètement exempt de thorium, de lanthane, de didyme et des terres de l'yttria.

Leur procédé repose sur la décomposition du nitrate cérosocérique neutre, qui se scinde, en présence du nitrate d'ammoniaque et des nitrates de protoxydes de lanthane et de didyme, en acide azotique qui devient libre, et en nitrate cérosocérique basique insoluble de formule parfaitement déterminée.

Les nitrates de lanthane, de didyme et des terres de l'yttria demeurent dans la liqueur, tandis que le composé cérosocérique précipité entraîne avec lui l'oxyde de thorium. Cette thorine est séparée à l'aide du carbonate d'ammoniaque, qui n'en laisse, après deux ou trois épuisements, que 1 pour 100 environ dans l'oxyde de cérium. On élimine cette dernière quantité par une cristallisation des oxydes transformés en sulfates bien neutres, le sulfate de thorium s'accumule dans les eaux mères et il ne reste plus qu'à éliminer par plusieurs précipitations, à l'aide de l'acide oxalique, les dernières traces de fer qui s'attachent, avec une ténacité toute particulière, aux composés du cérium. L'oxyde cérosocérique qu'on obtient finalement par la calcination à haute température de l'oxalate ou du sulfate de cérium, ainsi purifié, est absolument blanc à froid et son poids atomique est invariable.

A la suite de ces premières recherches, MM. Wyrouboff et Verneuil ont déterminé le poids atomique du cérium en partant d'un sulfate de cérium hydraté, de formule $(SO^4Ce)^3$, $8H^2O$. L'eau est complètement chassée de ce sel à la température de 250°, en donnant des nombres constants. Ces savants ont basé leur détermination du poids atomique de ce corps simple sur cette perte d'eau en contrôlant ce résultat par une calcination, à 1500°, du sulfate déshydraté.

Ils ont étudié ensuite la séparation de l'oxyde de thorium des terres de la cérite, et leur procédé était assez exact pour les conduire à une bonne méthode analytique de l'oxyde de thorium.

Enfin, MM. Wyrouboff et Verneuil ont étendu leur étude en montrant la généralité de ces phénomènes de polymérisation qui se rencontrent dans un grand nombre de composés différents, tels que les oxydes de fer, l'alumine, l'oxyde de chrome, les oxydes d'étain, l'acide titanique et la silice. Ils ont fait rentrer dans le même Chapitre les composés du fer, décrits jadis par M. Béchamp, et les oxydes de fer, que Péan de Saint-Gilles et Graham avaient considérés comme des oxydes solubles.

Ces recherches, longues et difficiles, qui ont permis d'obtenir l'oxyde de cérium pur et de déterminer le poids atomique de cet élément, font grand honneur à MM. Wyrouboff et Verneuil.

Votre Commission, après avoir constaté le mérite et l'originalité de ces études, décerne le prix La Caze (Chimie), pour l'année 1901, à MM. **Wyrouboff** et **Verneuil.**

Ces savants étaient déjà connus par d'autres publications. Il nous suffira de rappeler les nombreux Travaux de Cristallographie de M. Wyrouboff sur les silicotungstates, les oxalates doubles, les acétates, les chromates, ses belles études sur les ferrocyanures et sur les racémates doubles.

M. Verneuil a publié de très intéressantes recherches sur le sélénium et ses composés, il a reproduit, en collaboration avec Frémy, de beaux cristaux de rubis et de saphir; enfin, il a poursuivi de longues et curieuses recherches sur la phosphorescence de la blende et des sulfures alcalino-terreux.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. Bertrand, Fouqué, Michel Lévy, Gaudry; de Lapparent, rapporteur.)

En attribuant le prix Delesse à M. **Gaston Vasseur**, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, la Commission a voulu marquer le mérite exceptionnel de la série des travaux que M. Vasseur poursuit, depuis plus de vingt ans, en vue de la classification des terrains tertiaires dans l'ouest et le sud-ouest de la France.

La tâche était particulièrement ardue dans le bassin de l'Aquitaine, en raison de la succession, maintes fois répétée, de mollasses et de calcaires lacustres, très faciles à confondre par l'uniformité de leurs caractères minéralogiques comme par celle de leurs fossiles. Pour en établir la chronologie, pour en fixer les rapports avec le terrain nummulitique pyrénéen, enfin pour en préciser l'équivalence avec les couches du bassin de la Pro-

vence, il fallait le concours mutuel d'une minutieuse étude stratigraphique et d'un emploi très affiné de l'argument paléontologique.

M. Vasseur a pleinement réalisé ce programme. Ses études ont permis de poursuivre, de la Provence jusque dans l'Ariège, divers horizons d'eau douce qui ont fourni une base certaine pour le synchronisme des assises lacustres ou saumâtres avec le nummulitique marin. Il a su découvrir le prolongement, jusque dans le Lot, des célèbres poudingues de Palassou, en montrant comment cette bande définit le rivage oriental naissant de l'isthme qui, lors de la surrection des Pyrénées, est venu isoler la mer de l'Aquitaine de celle des régions méditerranéennes. Enfin les diverses masses calcaires du bassin sud-occidental ont été soigneusement distinguées les unes des autres, et la précision avec laquelle ces assises ont été tracées par M. Vasseur sur les feuilles de la Carte géologique de France a déjà porté ses fruits, en permettant aux industries locales de les rechercher avec sûreté sous les dépôts superficiels qui en masquent les affleurements.

M. **Vasseur** ne se contente pas, d'ailleurs, d'être un géologue d'une féconde activité. Il a réussi à former autour de lui un groupe d'élèves initiés par son exemple aux meilleures méthodes de recherches, et qui déjà se sont montrés capables d'apporter un utile concours à l'œuvre de la Carte géologique de France. L'attribution du prix Delesse au chef de cette école ne sera que la juste récompense de tant de fructueux efforts.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Prillieux; Gaston Bonnier, rapporteur.)

La question proposée pour le prix Gay, à décerner en 1901, était la suivante :

Faire connaître la distribution des plantes alpines dans les grands massifs montagneux de l'Ancien Monde. Indiquer les régions où se trouvent réunies le

plus grand nombre d'espèces du même groupe. Établir la diminution graduelle de chacun des groupes dans les autres régions. Rechercher les causes anciennes et actuelles susceptibles d'expliquer, dans une certaine mesure, la répartition des plantes alpines.

Deux Travaux ont été soumis à la Commission.

Le premier, dû à M. **Franchet**, savant bien connu pour ses beaux Travaux de Botanique descriptive, est une réunion de Notes du plus grand intérêt, relatives surtout aux plantes des montagnes de Chine et de l'Himalaya. Les observations les plus originales de l'Auteur résultent de l'examen des plantes recueillies de 1862 à 1873, à la suite des recherches botaniques et des voyages de M. l'abbé David.

M. Franchet met en lumière les relations qui existent entre les flores des diverses montagnes de la Chine et celles de l'Himalaya, et montre que la végétation du nord du Kiang-Si contient un grand nombre d'espèces communes avec la flore du Japon moyen.

D'autres Notes, assez brèves, renferment des observations judicieuses sur la distribution des espèces de certains genres dans les massifs montagneux de l'Europe et de l'Asie, notamment pour les genres *Rhododendron, Isopyrum, Coptis, Adonis, Leontopodium, Chrysosplenium, Parnassia, Gentiana, Pleurogyne, Lilium.*

Dans une autre Note, d'un caractère plus général, M. Franchet établit que tous les genres de l'hémisphère boréal possèdent ce que l'Auteur appelle un *foyer,* c'est-à-dire une région privilégiée où sont réunies les espèces du genre en majeure partie. De ce foyer semblent rayonner les autres espèces du genre, se distribuant surtout vers l'Est et vers l'Ouest, beaucoup moins vers le Nord, presque pas vers le Sud.

Les observations de M. Franchet viennent aussi confirmer d'une manière frappante ce fait que les espèces d'un même genre sont groupées par types morphologiques suivant leur répartition géographique. C'est, du moins, ce qui résulte de l'étude du groupement des espèces dans la plupart des genres examinés par l'Auteur.

Le second Travail présenté à l'Académie pour le prix Gay ne porte pas de signature. Le manuscrit a pour devise : *Geographia plantarum enim jam nunc pars haud spernanda Physices effecta est* (A. de Humboldt).

C'est un Mémoire très développé qui répond directement à la question posée par l'Académie. L'Auteur, géographe et botaniste, a voyagé dans le

Pamir, le Tibet, les Tian-Chan, le Turkestan, l'Abyssinie et aussi, en Europe, dans les Alpes et les Pyrénées. D'ailleurs, ce Travail renferme encore l'étude de la Géographie botanique des Carpathes, des Balkans, du Caucase, de l'Altaï et des Hautes Chaînes africaines.

Pour chacun de ces groupes de montagnes de l'Ancien Monde, l'Auteur, après avoir résumé la Bibliographie des principaux Travaux publiés sur le groupe en question, en donne la physionomie générale, la climatologie, établit les étages successifs de la végétation alpestre avec leurs altitudes, les subdivisions botaniques, la comparaison avec les autres flores alpines, et termine par des conclusions relatives à la région considérée.

Beaucoup de pages de ce remarquable Mémoire donnent au lecteur l'impression très nette que les faits ont été constatés *de visu* par l'explorateur au cours de ses voyages botaniques.

Les conclusions générales établissent les variations du niveau de l'étage alpin dans tout l'Ancien Monde et les éléments constitutifs de la flore alpine. L'Auteur met en évidence, par la comparaison des genres, les relations de la flore alpine avec la flore arctique. Il fait voir ensuite que, après l'élément arctique, celui qui contribue le plus à la composition de la flore alpine de l'Ancien Continent est l'élément emprunté à la flore des steppes. Enfin, l'Auteur termine par la démonstration que la différenciation et la répartition des espèces sont réglées principalement par l'orientation des vallées et par les effets climatologiques qui en résultent.

Bien que ces deux Travaux aient des qualités de nature très différente, et que leurs auteurs se soient placés chacun à des points de vue non comparables, la Commission estime que ces deux Mémoires sont également dignes du prix Gay.

En conséquence, la Commission propose à l'unanimité de partager le prix Gay entre M. Franchet et l'Auteur anonyme.

M. le Président ouvre en séance le pli cacheté annexé au Mémoire anonyme n° 1 qui porte la devise :

Geographia plantarum enim jam nunc pars haud spernanda Physices effecta est (A. de Humboldt).

L'Auteur du Mémoire anonyme couronné est M. Saint-Yves.

BOTANIQUE.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bonnier, Bornet, Prillieux; Guignard, rapporteur.)

L'Académie avait proposé, comme sujet à traiter pour le concours du prix Bordin, la question suivante : *Étudier l'influence des conditions extérieures sur le protoplasme et le noyau chez les végétaux.* Pour être embrassé dans son ensemble, ce vaste problème eût comporté l'étude des nombreuses modifications présentées par le protoplasme et le noyau considérés à la fois à l'état statique et à l'état dynamique. On ne pouvait guère espérer, de la part des concurrents, autre chose qu'une contribution à la connaissance de quelques-uns de ces phénomènes.

Le Mémoire dû à la collaboration de MM. **Matruchot** et **Molliard** ne porte, effectivement, que sur trois points, d'ailleurs très différents, de l'étude de la cellule placée dans des conditions autres que les conditions normales et envisagée presque exclusivement sous l'état que l'on est convenu d'appeler, pour le noyau, l'état de repos. Ils ont recherché quelles sont les modifications de structure présentées : 1° par les cellules soumises à l'action du gel; 2° par les cellules soumises à la vie anaérobie; 3° par une Algue unicellulaire, le *Stichococcus bacillaris,* sous l'influence des milieux nutritifs.

I. L'étude cytologique des cellules gelées a porté sur divers tissus végétatifs (feuilles de Narcisse et de *Clivia,* tige de Lupin, racine de Jacinthe, etc.). Confirmant les observations antérieures et, en particulier, celles de Molisch, d'après lesquelles le gel détermine un appel d'eau à l'extérieur de la cellule, les Auteurs constatent que le résultat apparent de cette sortie de l'eau est le même pour le cytoplasme et pour le noyau : dans les deux cas, en effet, il détermine leur vacuolisation. L'eau se rassemble dans le corps cytoplasmique en gouttelettes, vésicules ou vacuoles plus ou moins volumineuses, pour passer de là par diffusion à travers la couche périphérique du cytoplasme et la membrane cellulaire. La sortie

rapide de l'eau du noyau entraîne non seulement une diminution de volume de ce dernier, mais aussi des modifications profondes dans sa texture. La trame nucléaire prend une orientation uni-, bi- ou multipolaire. Les pôles sont les points de facile sortie de l'eau vers le dehors; ils sont toujours plus aqueux et moins chromatiques que le reste du noyau. Leur position est toujours en rapport avec le voisinage d'une grande vacuole cytoplasmique; si le noyau n'est séparé de la vacuole que par une mince bande cytoplasmique, la membrane nucléaire peut se rompre et l'eau du noyau se déverser directement dans la vacuole. La plasmolyse, la fanaison lente ou rapide produisent les mêmes modifications cytoplasmiques et nucléaires que le gel; ce dernier phénomène est toujours corrélatif d'un appauvrissement en eau du cytoplasme et du noyau, avec exosmose de cette eau hors de la cellule. L'étude cytologique confirme ainsi la théorie de la mort par le gel, développée surtout par Molisch : c'est, en réalité, une mort par dessiccation.

II. On admet aujourd'hui que toute cellule vivante, renfermant du sucre, est susceptible de se comporter à la façon de la levure, quand on la prive d'oxygène, et de produire de l'alcool et de l'acide carbonique. Pour étudier les changements cytoplasmiques et nucléaires déterminés par cette fermentation propre, les Auteurs du Mémoire se sont d'abord préoccupés d'opérer dans des conditions d'asepsie telles que le phénomène ne pût être rapporté à l'action des Bactéries. Les expériences, exécutées d'abord sur la Betterave et le Potiron, ont été étendues ensuite à des organes divers, tels que les bulbes d'Oignon et la Pomme, ainsi qu'à un Champignon étudié depuis longtemps déjà comme agent de la fermentation alcoolique, le *Mucor racemosus*.

Les modifications cellulaires qui se rattachent au phénomène de la fermentation propre se montrent identiques pour les cellules qui produisent de l'alcool aux dépens du sucre qu'elles renferment et pour les cellules qui donnent cet alcool aux dépens du sucre qui se trouve en dehors d'elles. Le protoplasme est le siège d'une formation de gouttelettes d'huile essentielle, constituées vraisemblablement par un produit secondaire de la fermentation. Le fait que ni le noyau, ni les plastides ne présentent jamais de pareilles gouttelettes à leur intérieur paraît indiquer que la fermentation alcoolique a lieu exclusivement dans le cytoplasme. Le noyau se gonfle et, dans les tissus des plantes supérieures, son réseau chromatique est refoulé à la périphérie. Ces modifications semblent provenir de la rupture de

l'équilibre existant au début entre le noyau et les liquides qui l'environnent, rupture déterminée par la décomposition du glucose en alcool et acide carbonique. Le changement de composition du milieu aurait pour conséquence l'entrée dans le noyau d'une quantité de liquide plus grande que celle qui en sort, d'où le gonflement observé dans cet organe.

III. Le *Stichococcus bacillaris,* qui fait l'objet du troisième Chapitre du Mémoire, est une Algue verte microscopique à éléments dissociés, que Bejerinck avait déjà isolée et cultivée à l'état de pureté. MM. **Matruchot** et **Molliard** l'ont choisie parce qu'elle leur a paru être, parmi les Algues inférieures, l'une des plus plastiques en présence de divers milieux. Ils l'ont cultivée dans des conditions très variées, en surface ou en profondeur. Au point de vue de l'intensité du développement, les glucoses sont de beaucoup les aliments les plus favorables; puis viennent les dextrines, la gomme, la glycérine, la mannite; les saccharoses n'ont qu'une faible action. Quant à la couleur verte du *Stichococcus,* elle subit des changements variables suivant l'aliment, et ce sont encore les glucoses qui l'atténuent le plus, en rendant l'Algue plus ou moins jaune.

A chacune des substances nutritives correspondent une forme et des dimensions de la cellule, une forme et une couleur du plastide caractéristique de chacune d'elles. L'action la plus manifeste est encore produite par les glucoses; le plastide s'altère et parfois même disparaît complètement, en même temps que le cytoplasme subit une dégénérescence granuleuse. Les modifications subies par la cellule dans des conditions diverses de nutrition sont intéressantes au point de vue de la spécification, car c'est vraisemblablement à elles qu'il faut rapporter les variations de caractère signalées chez le *Stichococcus* par certains auteurs.

Remarquons enfin que cette Algue se développe avec une intensité presque aussi grande à l'obscurité qu'à la lumière et qu'elle n'y subit qu'un faible étiolement. C'est un nouvel exemple de formation de la chlorophylle à l'obscurité, semblable à ceux qui ont déjà été signalés chez diverses Algues inférieures.

En résumé, ce Travail, accompagné de nombreuses figures explicatives pour chacune des questions qui y sont traitées, constitue un intéressant appoint à la connaissance d'un sujet qui exigera encore de nombreuses et délicates observations.

La Commission, appréciant l'intérêt des résultats qu'il renferme, décerne le prix Bordin à ses Auteurs.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Guignard, Van Tieghem, Bonnier, Prillieux; Bornet, rapporteur.)

Plusieurs Ouvrages intéressants ont été adressés au Secrétariat pour le concours du prix Desmazières; la Commission a mis à part, comme supérieur aux autres, un beau Volume in-4°, dont le texte, de 400 pages, est illustré de 24 figures et accompagné d'un Atlas de 64 planches. Il a pour titre : *Monographie et Iconographie des Œdogoniacées,* et pour auteur M. **Karl E. Hirn**, professeur de Sciences naturelles à Jyvälskylä, en Finlande. 244 espèces y sont décrites et figurées.

L'Ouvrage débute par un exposé de la structure et du développement des Œdogoniacées. Ce n'est pas le simple résumé des données acquises depuis les travaux classiques de Bary et de Pringsheim, mais le résultat de ses observations personnelles. Sur quelques points, il a complété et modifié celles de ses devanciers.

La partie systématique, la plus considérable du Livre, constitue un supplément très précieux à la Monographie des Œdogoniacées publiée par M. Wittrock en 1874. Depuis cette date, le nombre des espèces décrites a plus que doublé. La réunion, dans un même Ouvrage, de figures représentant toutes les espèces décrites est la base solide du Travail de M. Hirn et donne à sa Monographie une valeur particulière. Lorsqu'il s'agit de plantes aussi simples et de formes aussi voisines, une bonne figure exprime mieux les caractères de l'espèce que la diagnose la plus soigneusement élaborée. Ajoutons que ces figures sont la copie de figures originales ou sont dessinées d'après des échantillons authentiques.

La classification adoptée par M. Hirn repose sur la comparaison exclusive des caractères morphologiques. Il est encore impossible d'y joindre les particularités physiologiques qui ne peuvent manquer d'exister entre les diverses formes des Œdogoniacées; les observations actuelles sont trop peu nombreuses. La distribution géographique des espèces est aussi très incomplète. Ces compléments viendront avec le temps et leur venue sera beaucoup facilitée et accélérée par le Travail de M. Hirn, qui, en permettant de déterminer les espèces avec exactitude et rapidité, laissera plus de loisir aux observateurs pour l'étude des caractères biologiques.

Afin de reconnaître l'importance du service rendu à la Science par la

publication de la *Monographie des Œdogoniacées*, la Commission est unanime à décerner le prix Desmazières à M. **Karl E. Hirn**.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Zeiller; Prillieux, rapporteur.)

Les tubercules que portent les racines des Légumineuses ont été l'objet de bien des recherches, de bien des travaux anatomiques fort délicats depuis que Woronine découvrit à leur intérieur, il y a trente-cinq ans, de petits corps qu'il déclarait analogues à des Bactéries. La nature de ces corps bactéroïdes et aussi de filaments réfringents observés à l'intérieur de ces tubercules, quand ils sont jeunes, a été interprétée par les anatomistes de façons fort diverses, mais l'attention a surtout été attirée sur ces petits corps par la découverte de MM. Hellriegel et Wilfarth qui ont établi que les Légumineuses portant de ces organismes sur leurs racines ont la propriété de fixer l'azote libre.

C'est un fait qui a été contrôlé à bien des reprises et qui n'est plus aujourd'hui contesté. Mais il était extrêmement important, pour la complète élucidation de la question de la fixation de l'azote par les racines contenant des corps bactéroïdes, de démontrer que ce sont bien des Bactéries capables, quand on les place seules dans des conditions convenables, dans des cultures artificielles, de fixer l'azote dans un matras aussi bien que dans les cellules du tissu de la racine.

C'est ce qu'a fait avec succès M. **Mazé**. Dans du bouillon de Haricot additionné de sucre et solidifié par la gélose, il a obtenu de cultures pures des bâtonnets la production d'une épaisse couche de mucosité et la fixation d'une quantité importante d'azote.

Il résulte des expériences de M. Mazé que la propriété que possèdent les Légumineuses de fixer l'azote libre est due exclusivement aux Bactéries qui vivent dans leurs racines et non à une action commune des deux êtres à une symbiose de la Légumineuse et de la Bactérie. La Légumineuse héberge la Bactérie, lui fournit les hydrates de carbone et l'azote organique dont elle se nourrit et dans lesquels elle puise en même temps l'énergie nécessaire pour fixer l'azote libre qu'elle doit mettre sous une forme assimilable pour le végétal.

M. Mazé a étudié la pénétration des Bactéries dans les racines des Légu-

mineuses : il admet que ces petits organismes sont attirés par les matières hydrocarbonées qui sont éliminées par l'extrémité chargée de poils des racines. Ils pénètrent dans le tissu de la racine sous la forme de Coccobacilles très fins qui sont une forme transitoire dont dérivent les bacilles ramifiés si caractéristiques des nodosités.

Lorsque le microbe envahit les tissus d'une jeune racine, il progresse surtout par voie de multiplication et il élabore aussitôt cette substance glaireuse qui se forme si abondamment dans les cultures artificielles et que M. Mazé considère comme une matière azotée provenant de la fixation de l'azote libre. Le Coccobacille reste englobé dans cette matière et c'est ainsi que se forment, selon M. Mazé, les tubes irréguliers qui affectent l'aspect d'un mycélium et qui conservent leur apparence organisée tant que les vaisseaux ne sont pas formés dans le jeune tubercule. Lorsque la circulation de la sève se fait régulièrement dans ces organes, la mucosité est entraînée et les Coccobacilles, débarrassés de leur enveloppe, s'allongent et se ramifient.

Ces recherches de M. Mazé ont jeté une vive lumière sur des points restés obscurs du mécanisme de la fixation de l'azote libre par les Légumineuses et sur la biologie de la Bactérie qui en effectue la synthèse.

La Commission vous propose, à l'unanimité, d'attribuer à M. **Mazé** le prix Montagne.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Guignard, Bonnier, Prillieux; Bornet, rapporteur.)

Le prix fondé par M. de La Fons-Mélicocq doit être décerné, tous les trois ans, au meilleur Ouvrage de Botanique récemment publié sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

Comme il n'avait pas été décerné en 1898, une Commission nommée en 1899 avait cru pouvoir en disposer pour récompenser un Travail de M. **Ferdinand Debray**, professeur à l'École des Sciences d'Alger. Cette décision n'ayant pas semblé conforme à la volonté du testateur, sa réalisation a été renvoyée à l'année 1901, terme régulier de la période triennale.

Malheureusement, M. Debray est mort dans l'intervalle, enlevé dans la force de l'âge à sa femme et à ses trois enfants. Après avoir examiné les

deux Ouvrages envoyés au concours de cette année, la Commission nouvelle trouve qu'il n'y a pas lieu de modifier la décision prise par sa devancière, et elle maintient à M. Debray le prix de La Fons-Mélicocq. Ce sera pour sa famille un honneur et un exemple.

Jusqu'à présent, les Ouvrages présentés à ce concours étaient relatifs aux plantes terrestres : Phanérogames ou Muscinées; c'est un Travail sur les Algues marines que M. Ferdinand Debray avait soumis au jugement de l'Académie. Son Livre comprend la description des Algues, les Diatomées exceptées, dont la présence a été reconnue par lui sur le littoral qui s'étend de la Belgique à la limite occidentale du Calvados.

Il convient de distinguer deux parties dans cette longue étendue de côtes qui mesure au delà de 400^{km}. Plus de la moitié, celle qui borde les départements de la Seine-Inférieure et du Calvados, est connue depuis longtemps par les nombreux échantillons renfermés dans beaucoup d'herbiers et qui proviennent des herborisations de Gaillon à Dieppe et Saint-Valéry, de Duboc au Havre, de Lamouroux, Chauvin, Lenormand, Brébisson, Pelvet à Luc, à Arromanches, Port-en-Bessin, etc. Au contraire, jusqu'aux publications de M. Debray et, en particulier, à celle de son *Catalogue des Algues marines du nord de la France,* qui a paru en 1885, on n'avait que des notions tout à fait insuffisantes sur la partie orientale formée par les départements du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme, compris dans le domaine délimité par le fondateur du prix.

La série d'espèces la plus étendue qui existât, en dehors peut-être de quelques herbiers privés, une cinquantaine, se trouvait dans la collection de plantes sèches publiée par Desmazières, entre 1825 et 1836, sous le nom de *Cryptogames du nord de la France*. Par suite d'une indifférence fâcheuse, trop fréquente dans ce temps-là, la plupart des espèces, ramassées sur le sable du littoral, ne sont point rapportées à un lieu d'origine précis. On est, en outre, surpris de rencontrer parmi elles plusieurs espèces méditerranéennes, telles que le *Liagora distenta*, le *Rissoella verruculosa,* le *Flabellaria Desfontainii,* le *Gracilaria dura* et le *Volubilaria mediterranea,* dont la présence sur cette côte ne peut qu'être accidentelle.

Il n'en est pas de même des espèces énumérées par M. Debray. Le plus grand nombre, de beaucoup, a été récolté par lui-même et en place; quelques espèces seulement, qui croissent au-dessous des limites de la marée, n'ont été vues que jetées à la côte, mais elles existent dans les régions voisines.

Presque partout le littoral des trois départements du Nord est défavo-

rable à la végétation des Algues. La seule partie qui fasse exception est celle qui s'étend au nord et au sud de la station zoologique de Vimereux, sur un espace d'une vingtaine de kilomètres. Bien que l'Auteur la qualifie de très riche en Algues, elle paraîtra singulièrement pauvre au botaniste qui a l'habitude des côtes normandes ou bretonnes. En effet, sur une étendue de moitié moindre, on peut recueillir 250 espèces de Saint-Vaast-la-Hougue à Barfleur; M. Le Jolis énumère 350 espèces à Cherbourg, sur un littoral de 7^{km}; au lieu que les trois départements du Nord, sur un développement de côte mesurant 150^{km}, n'en fournissent que 145.

En comparant les nombres des Algues qui composent les florules de Brest, de Cherbourg, de Barfleur-Saint-Vaast, du Calvados et de la Seine-Inférieure, des trois départements du Nord et, enfin, de la Belgique, on constate que le nombre des espèces de chacun des grands groupes d'Algues est sensiblement le même dans toutes les sections pour les Myxophycées, qu'il va en diminuant de beaucoup pour les Algues vertes à mesure qu'on s'avance vers l'Est et que l'appauvrissement est encore plus marqué pour les Algues brunes et les Floridées.

Le Travail de M. Debray comble donc une lacune dans la statistique des végétaux marins répartis sur le littoral de la France; il rentre bien dans le cadre des Ouvrages que M. de La Fons-Mélicocq s'est proposé de récompenser; aussi la Commission est-elle unanime à décerner le prix à M. **Ferdinand Debray**.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Guignard, Bonnier, Van Tieghem, Prillieux; Bornet, rapporteur.)

L'*Essai taxonomique sur les familles et les genres des Hyménomycètes* présenté au concours par M. **N. Patouillard** est le développement de l'Ouvrage sur les Hyménomycètes d'Europe qu'il a publié en 1887. Ce nouveau Travail n'est pas limité aux Champignons d'une seule partie du monde : il s'étend à tous les genres de Basidiomycètes actuellement connus.

Ces genres se répartissent dans les deux groupes primordiaux, les Hétérobasidiés et les Homobasidiés, que l'Auteur avait admis antérieurement. Pour les groupes secondaires, la classification proposée par M. Patouillard s'éloigne beaucoup de celle de Fries qui était généralement suivie. La disposition de la surface hyménifère, par exemple, n'a pas à ses yeux l'importance qu'on lui avait attribuée. En effet, des structures semblables se ren-

contrent dans des plantes qui diffèrent par les caractères tirés du développement et de la forme de leurs basides. D'autre part, elle revêt des aspects différents dans des genres voisins et inséparables.

La description des genres a été, autant que possible, contrôlée par des recherches personnelles. Un grand nombre de figures intercalées dans le texte augmentent singulièrement l'utilité du Livre.

En 1885 M. **Patouillard** a déjà été lauréat de l'Académie pour son Ouvrage intitulé : *Tabulæ analyticæ Fungorum*. La Commission se plaît à reconnaître l'importance des Travaux qu'il n'a cessé de publier depuis cette date éloignée, en lui décernant le prix Thore.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

(Commissaires : MM. de Lacaze-Duthiers, Filhol, Chatin, Giard; Perrier, rapporteur.)

Pour le grand prix des Sciences physiques à décerner en 1901, l'Académie avait mis au concours la question suivante : *Étudier la biologie des Nématodes libres d'eau douce et humicoles et plus particulièrement les formes et les conditions de leur reproduction.*

M. **Maupas**, conservateur de la Bibliothèque nationale d'Alger, a répondu à cette question par deux Mémoires ayant pour titre, l'un : *La mue et l'enkystement chez les Nématodes,* l'autre : *Modes et forme de reproduction des Nématodes.* Depuis le dépôt de ces deux Mémoires, il a été nommé correspondant de l'Académie des Sciences; ce titre nouveau ne fait disparaître aucun de ses droits aux récompenses de notre Compagnie; bien au contraire, les deux Mémoires que votre Commission vous propose de couronner auraient, en toute autre circonstance, donné à leur auteur les droits les plus incontestables au titre de correspondant. Qu'il soit permis à votre rapporteur de se féliciter de l'appui que les recherches d'un homme aussi

distingué que M. Maupas sont venues apporter à deux idées qu'il a cherché à introduire dans la Science : 1° la proche parenté des Nématodes et des Arthropodes; 2° la détermination de l'origine du spermatozoïde par une accélération des phénomènes qui ont donné naissance à l'œuf lui-même, la formation de l'œuf devenant ainsi la cause de la formation du spermatozoïde.

Les Nématodes sont les « Vers » analogues à celui qui habite si communément l'intestin des enfants et qui est connu sous le nom d'*Ascaride lombricoïde* (*Ascaris lumbricoides*), ou même simplement, mais inexactement, de Lombric.

La plupart de ces « Vers » sont parasites et l'on trouve en eux tous les signes de la dégénérescence que cause le parasitisme, soit qu'il entraîne l'inaction des organes de locomotion et de sensibilité, soit qu'il favorise par une alimentation abondante, toujours à la portée de l'animal, le développement des organes de reproduction. On les rangeait d'habitude à la suite des Vers annelés, uniquement en raison d'une certaine similitude de forme extérieure, sans se préoccuper d'ailleurs de ce que, dans tous les détails de leur organisation, il n'y a entre ces animaux que des dissemblances. Comme il est extrêmement vraisemblable, sinon évident, que toutes les formes parasites descendent de formes primitivement libres, tout en étant susceptibles de le redevenir elles-mêmes, l'Auteur de ce Rapport a cherché, pour la rédaction de son *Traité de Zoologie*, à quelles formes libres il convenait de rattacher les Nématodes; il a donné dans le fascicule IV de cet Ouvrage, paru en 1897 (p. 1345), les raisons qui conduisent à les considérer comme des Arthropodes « parvenus au terme extrême de la dégradation que comporte le parasitisme ».

A ces raisons, M. Maupas en ajoute une nouvelle, tirée du phénomène de la mue qu'on observe aussi bien chez les Nématodes que chez les Arthropodes, mue rendue nécessaire dans les deux cas par l'épaisse couche de chitine qui recouvre les téguments et à laquelle l'Auteur précédemment cité a fait allusion quand il a proposé le nom de *Chitinophores* pour l'ensemble des Arthropodes et des Némathelminthes. Bütschli avait déjà, en 1876 (1), appelé l'attention sur la communauté de ces phénomènes de la mue aux Arthropodes et aux Nématodes.

(1) *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, t. XXVI.

Les mues des Nématodes avaient été signalées à plusieurs reprises par divers observateurs et plus particulièrement par Leuckart [1], mais le nombre de mues indiqué est différent, suivant l'illustre helminthologiste, d'une espèce à l'autre, de telle façon que, pour être général, le phénomène de la mue ne semblait correspondre à aucune règle précise de l'évolution des Nématodes; Schneider [2] avait bien annoncé que tous les Nématodes suivaient une règle commune d'évolution, mais il n'avait reconnu que deux mues séparant l'une de l'autre une phase embryonnaire, une phase larvaire et une phase adulte.

En employant les méthodes d'éducation qui lui ont si bien réussi pour l'étude des Infusoires et pour celle des Rotifères, méthodes auxquelles nous devons de si importantes découvertes, M. Maupas s'est assuré que tous les Nématodes, qu'ils soient parasites ou libres, effectuaient le même nombre de mues, que ce nombre était de quatre et que chacune d'elles correspondait à une phase, toujours la même, de l'évolution de ces animaux. Il ne s'agit donc pas ici d'un phénomène en quelque sorte accidentel, soumis à des influences extérieures variables, mais d'un phénomène normal, lié d'une façon précise, comme cela a lieu chez les Arthropodes, au degré de développement auquel l'animal est parvenu, et ce développement comprend, de la naissance à la mort, cinq stades successifs, facilement reconnaissables, notamment à l'état sous lequel se présentent les organes génitaux.

M. Maupas a étudié dans le plus grand détail les phénomènes qui accompagnent la mue et qui sont toujours les mêmes sur les huit espèces suivantes : *Cephalobus ciliatus, C. concavus, C. truncatus, Rhabditis pellio, R. Caussaneli, Leptodera appendiculata, Angiostoma limacis, Tylenchus devastatrix*. Ses observations concordent à peu de chose près avec celles demeurées isolées de Leuckart sur le *Dochmius trigonocephalus*.

On sait depuis longtemps que les Nématodes ont, dans certaines circonstances, la faculté de s'enkyster. Mais on confond souvent, sous cette dénomination, deux choses distinctes :

1° La production autour d'un Nématode contenu dans les tissus d'un hôte de passage, d'une enveloppe généralement empruntée au tissu conjonctif de l'hôte, et dans laquelle le parasite attend, enroulé en spirale, le moment de sa migration, comme c'est le cas pour la Trichine;

---

(1) R. Leuckart, *Die menschlichen Parasiten*, 1866-1876.

(2) Schneider, *Monographie der Nematoden*, 1866.

2° La formation dans des circonstances déterminées, autour d'un Nématode libre, d'une enveloppe dont il est le producteur, et au sein de laquelle il présente une grande résistance aux circonstances défavorables. C'est à ce dernier cas que M. Maupas réserve le nom d'*enkystement*.

Des observations précises faites par la méthode des cultures ont montré à M. Maupas que cet enkystement ne se produit que sous l'influence d'une insuffisance de nourriture; qu'il n'a lieu qu'à l'époque de la seconde mue; que le kyste est formé par l'enveloppe chitineuse qui, à l'époque de cette mue, est habituellement rejetée; que, dans le kyste, le Nématode conserve toute son organisation, mais que ses organes sont tassés au point d'être souvent difficiles à distinguer; que tout l'accroissement correspondant au second stade est supprimé pour le Nématode enkysté. Le kyste garde d'ailleurs à peu près la forme normale du Ver dont les mouvements ne sont même que fort peu modifiés, mais qui arrive par degrés à une période léthargique.

Le deuxième Mémoire de M. Maupas a, pour la solution de la question de l'origine des éléments sexuels, une importance de premier ordre. Les Nématodes sont, en général, des animaux à sexes séparés. Cependant, on a signalé chez eux des cas d'hermaphrodisme et des cas de parthénogenèse, sans que, d'ailleurs, on ait cherché à établir un lien, soit entre ces deux modes de reproduction, soit entre eux et le mode normal, dans lequel les deux sexes sont séparés.

M. Maupas cite dix-huit espèces de *Rhabditis, Dorylaimus, Angiostomum, Allantonema, Brachynema,* dont l'hermaphrodisme était auparavant connu; il en ajoute seize qui sont toutes des espèces nouvelles pour la Science. Ce sont, outre des *Rhabditis,* des *Céphalobus,* des *Plectus,* des *Alaimus,* des *Macrolaimus*. De même, aux espèces parthénogénétiques de *Rhabditis,* de *Strongyloides,* il en ajoute six, des genres *Cephalobus, Plectus, Aphelenchus, Alaimus, Macrolaimus*. Mais, ce qui est plus important, il donne la loi des phénomènes :

1° Les individus hermaphrodites sont tous *protandres,* c'est-à-dire qu'ils commencent par être mâles, puis hermaphrodites, puis exclusivement femelles.

2° C'est toujours sur des femelles bien caractérisées ([1]), même au mo-

---

([1]) Dans une seule espèce, le *Rhabditis elegans,* il peut arriver qu'à la fin de l'activité de la glande mâle, les *spermatogonies* ne subissent pas la quadripartition en

ment où elles ne produisent encore que des spermatozoïdes, que l'on observe cette succession de phénomènes.

3° Les spermatozoïdes sont produits, chez les formes protandres, par un organe exactement identique à l'ovaire des femelles normales, et ne sont que les premiers produits de cet ovaire.

4° L'apparition de l'hermaphrodisme protandre ne coïncide pas avec la disparition des mâles dans les espèces où elle se produit; mais on peut établir une série d'espèces dans lesquelles, à mesure que l'hermaphrodisme s'accuse davantage, le nombre des mâles va en diminuant rapidement.

5° Les mâles complémentaires sont dénués de tout instinct sexuel et ne fécondent généralement pas les œufs des individus protandres; ils sont tout à fait inutiles.

6° Lorsque, par exception, on réussit à faire féconder une femelle protandre dans sa phase de femelle vraie, par un mâle, le nombre des mâles qui proviennent de ses œufs cesse d'être faible; il est ramené à la normale.

7° L'inutilité des mâles permet leur disparition totale et ainsi arrivent à se constituer les espèces parthénogénétiques. Le *Diplogaster minor* établit le passage.

Il résulte de ces faits, avec la dernière évidence, que la forme bisexuée a précédé, chez les Nématodes, la forme hermaphrodite, contrairement à une opinion trop généralement répandue.

Il en est probablement de même chez les Cirripèdes où il existe, comme chez les Nématodes, des mâles complémentaires; l'hermaphrodisme des Oligochètes, des Hirudinées, des Mollusques pulmonés, habitants des eaux douces ou de la terre ferme, est sans doute aussi dérivé de l'état dioïque que présentent les formes marines correspondantes, les Polychètes, les Gastéropodes prosobranches, par exemple. L'hermaphrodisme des Hirudinées est vraisemblablement à son tour l'origine de celui des Trématodes et des Cestoïdes; les Turbellariés, Trématodes redevenus libres, auraient conservé, en redevenant aussi marins, l'hermaphrodisme de leurs ancêtres. On peut dès lors se demander si les Mollusques opisthobranches, tous marins et hermaphrodites, ne tiendraient pas leur hermaphrodisme

---

spermatocytes et demeurent à l'état d'*ovules mâles*. M. Maupas n'a pu s'assurer si les ovules de ces mâles protandres étaient susceptibles de fécondation et de développement; d'après les conclusions que M. Delage tire de ses expériences de mérogonie, ils devraient être parthénogénétiques.

des Pulmonés, dont les ancêtres prosobranches seraient devenus hermaphrodites en pénétrant dans les eaux douces, comme l'ont fait les Annélides polychètes. L'intervention des eaux douces, celle de la fixation au sol, celle du parasitisme auraient été ainsi les causes apparentes favorisant, sans doute, l'action d'une cause plus générale, qui serait la vraie cause de la transformation des premiers œufs de certaines femelles en spermatozoïdes, de l'apparition de l'hermaphrodisme, de la suppression graduelle du sexe mâle et de la réalisation de la parthénogenèse.

Il est, en tout cas, évident que chez les Nématodes les individus hermaphrodites ne sont que des femelles participant à la production des spermatozoïdes, et que les spermatozoïdes ne sont que des œufs modifiés dans leur évolution.

Si l'on veut bien rapprocher cette dernière conclusion de la Note que votre rapporteur a publiée, à la suite d'une Communication de M. Le Dantec, dans la séance de l'Académie des Sciences du 17 janvier 1898, on ne manquera pas d'être frappé de la confirmation que les récentes découvertes de M. Maupas apportent aux vues qu'il développait alors : « Il est tout à fait normal, disait-il en s'appuyant sur les lois de la tachygenèse, que la réduction du nombre des chromosomes, qui était primitivement un phénomène d'épuration du noyau (de l'œuf), consécutif du travail et de l'usure de celui-ci (le noyau), ait pu, dans certains cas, se produire, par hérédité, indépendamment de tout travail et de toute usure du noyau, d'une manière de plus en plus précoce. Il est évident qu'un noyau ainsi réduit sera peu capable de produire des matières alibiles et du protoplasma. L'application de la loi de la tachygenèse permet donc de prévoir la formation et le caractère d'éléments n'ayant que la moitié du nombre normal de chromosomes, n'ayant pas de réserve et peu de protoplasma, incapables d'évoluer par eux-mêmes, mais capables d'apporter aux éléments qui n'ont pas été affectés par la tachygenèse justement ce qui leur manque pour évoluer. Le jour où ces éléments se sont régulièrement produits, les éléments mâles ont été réalisés.

» Cette explication de l'origine des éléments mâles, fondée sur la tachygenèse, permet de comprendre pourquoi, chez les animaux hermaphrodites, le sexe mâle se développe généralement le premier (*protandrie*)..., pourquoi les formes fixées ou parasites, à développement rapide, ont souvent des mâles rudimentaires.... »

Il serait maintenant intéressant de rechercher comment s'accomplit, dans les formes hermaphrodites, le passage du type *spermatozoïde* au type

œuf. Ce passage est-il toujours aussi brusque que l'a vu M. Maupas? La réduction du nombre de chromosomes s'effectue-t-elle dans les œufs dont la formation succède immédiatement à celle des spermatozoïdes, de la même façon que dans les autres, ou bien existe-t-il des stades intermédiaires entre l'égale quadripartition qui caractérise l'évolution du spermatozoïde et la formation de deux globules polaires?

Les œufs des formes parthénogénétiques sont-ils des œufs ayant subi la réduction chromatique, ou des œufs qui ont gardé tous leurs chromosomes? Dans ce dernier cas, puisqu'un spermatozoïde n'est en somme qu'un quart d'œuf dans lequel les chromosomes se sont dédoublés, on comprendrait que l'absence de réduction des chromosomes fût équivalente à une fécondation.

Si, d'autre part, le spermatozoïde n'est autre chose qu'un quart d'œuf à chromosomes dédoublés, il n'y a rien d'étonnant à ce que le spermatozoïde puisse jouer le rôle de la vésicule germinative dans un fragment d'œuf privé de cette dernière, ainsi que cela se produit dans le cas de mérogonie. Le dédoublement des chromosomes du spermatozoïde, qui se produit dans ce cas chez les Oursins, n'a rien que de très naturel. On sait, en effet, que les œufs des *Strongylocentrotus* (*Toxopneustes*) ont perdu avant la ponte la moitié de leurs chromosomes (Delage); or, les belles études de M. le Dr Viguier ont montré que beaucoup de ces œufs étaient cependant parthénogénétiques. D'autre part, l'exemple de l'*Ascaris megalocephala*, dont les œufs et les spermatozoïdes ont tantôt deux, tantôt quatre chromosomes, indique que le dédoublement des chromosomes n'est probablement pas un phénomène toujours nécessaire soit dans la mérogonie, soit dans la parthénogenèse.

La parthénogenèse est loin, d'ailleurs, de se présenter toujours dans les mêmes conditions. Les éléments qu'on appelle *œufs parthénogénétiques* chez les Branchipes, les Daphnies, les Cypris, les Pucerons, les Cochenilles, les Rotifères, sont incapables de se prêter à la fécondation et, par conséquent, asexués; ceux des Rotifères tout au moins sont remplacés, dans certaines conditions de température, par des œufs aptes à la fécondation; non fécondés, ces derniers produisent des mâles (œufs arrhénotoques), et il en est de même des œufs sexués mais parthénogénétiques des Abeilles. Dans les deux cas la fécondation confère à ces œufs la faculté de produire des femelles. Au contraire, les œufs parthénogénétiques des Nématodes produisent des femelles (œufs thélytoques); les œufs des Nématodes autogames ont de même une tendance à produire des femelles;

la fécondation par un mâle indépendant a pour effet de ramener en partie ces derniers au sexe mâle. Il y a dans tout ceci d'apparentes contradictions qui doivent dépendre cependant d'une loi générale dont la détermination a sans aucun doute préoccupé M. Maupas, mais qui demeure encore inconnue.

Tout au moins M. Maupas est-il amené à conclure de ses recherches que le sexe est déjà déterminé dans l'œuf aussitôt après la fécondation, sinon plus tôt, et que, à partir de ce moment, aucune cause externe ne saurait le faire dévier. De même, dès le début, les éléments formateurs d'une glande hermaphrodite ont déjà, semble-t-il, en puissance leur sexualité. On peut donc dire que le fait de produire des œufs ou des spermatozoïdes est une conséquence de propriétés appartenant déjà à l'œuf et qu'il communique à tous les éléments dont il est l'origine. La division en quatre spermatozoïdes de la cellule mère, qui devient, en totalité, un œuf chez la femelle, implique chez les éléments constitutifs du corps des mâles une tendance à la division plus grande que chez les femelles. N'est-ce pas pour cette raison que les mâles se distinguent fréquemment par une profusion d'ornements qui font défaut à l'autre sexe?

Quoi qu'il en soit, il ne semble pas téméraire d'affirmer qu'un ensemble de faits importants, dont M. **Maupas** a fourni les plus essentiels, nous met aujourd'hui sur la voie de l'explication de l'origine des sexes, et cela a paru à votre Commission bien mériter le grand prix des Sciences physiques.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

(Commissaires : MM. Filhol, de Lacaze-Duthiers, Giard, Chatin; Perrier, rapporteur.)

Le prix est décerné à MM. **Jules Bonnier** et **Ch. Pérez** pour leur exploration de la mer Rouge et du golfe Persique à la suite de laquelle ces Savants ont rapporté au Muséum de belles collections actuellement à l'étude.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Chauveau, Roux, Brouardel, Ranvier; Laveran, rapporteur.)

La Commission propose de décerner des prix à MM. **Buffard** et **Schneider**, **Lignières**, **Claude** et **Balthazard**.

Rapport de M. **Chauveau** *sur les Travaux de MM.* Buffard *et* Schneider.

Un prix est accordé à MM. **Buffard** et **Schneider** pour l'ensemble de leurs Travaux sur le *parasite de la dourine*.

Grâce à ces Travaux, on sait maintenant que la dourine des Solipèdes est déterminée par un Hématozoaire spécifique appartenant au genre *Trypanosoma*.

Cet Hématozoaire avait été vu par d'autres dans le sang du cheval avant nos deux auteurs. On avait même émis l'hypothèse d'une relation de cause à effet entre la dourine et le Trypanosome. Mais la démonstration de ces rapports restait tout entière à faire et elle l'a été, par MM. Buffard et Schneider, avec une grande sagacité et une rare précision.

Cette démonstration fut demandée à des inoculations, en séries variées, du cheval au chien et du chien au cheval ou à l'âne. Il fut bientôt établi, sans aucun doute possible, que le Trypanosome, en se multipliant chez le cheval, y provoque la dourine typique, avec tous les caractères qu'elle présente sur les animaux spontanément infectés par le coït.

La biologie du Trypanosome de la dourine a été très soigneusement étudiée dans les Travaux de nos auteurs. Ils apportent, de plus, une démonstration nouvelle de l'aptitude des Trypanosomes à créer l'immunité dans les organismes qui se prêtent à la guérison de la maladie créée expérimentalement.

Cette étude constitue une contribution des plus importantes à la pathologie générale des maladies infectieuses dues à l'envahissement de l'organisme par des Protozoaires. En outre, la découverte de l'agent infectieux

de la dourine fait cesser toutes les incertitudes qui existaient dans les esprits sur la nature de cette énigmatique maladie. On est ainsi beaucoup mieux armé pour en prévenir les ravages.

Tels sont les motifs qui ont déterminé la Commission à décerner un prix à l'œuvre originale de MM. **Buffard** et **Schneider**.

Rapport de M. **Chauveau** *sur les Travaux de M.* Lignières.

Un prix est accordé à M. **Lignières** pour l'ensemble de ses Travaux sur les maladies infectieuses qu'il a systématiquement réunies dans un groupe spécial auquel il a donné le nom de *Pasteurelloses* et pour son important Travail sur la *Tristeza* ou *Malaria bovine* de la République Argentine.

Ce groupe des *Pasteurelloses* (de *Pasteurella,* nom donné au genre de Bactéries ovoïdes qui cause ces maladies) a été constitué par M. Lignières avec un sens critique extrêmement aiguisé et après un nombre considérable de recherches expérimentales faites en France et dans la République Argentine.

Extrait de la grande catégorie, un peu chaotique, des *septicémies hémorragiques,* le groupe nouveau de M. Lignières comprend actuellement :

Une *Pasteurellose aviaire* (*choléra des poules*);

Une *Pasteurellose bovine* (*Wildseuche* et *Rinderseuche, septicémie hémorragique des bovidés, entéqué*);

Une *Pasteurellose ovine* (*pneumo-entérite, septicémie hémorragique du mouton, lombriz*);

Une *Pasteurellose porcine* (*Schweineseuche, swine-plague, pneumo-entérite infectieuse du porc*);

Une *Pasteurellose équine* (*fièvre typhoïde, pneumo-entérite, pneumonies infectieuses du cheval*);

Une *Pasteurellose canine* (*maladie du jeune âge sous toutes ses formes*).

M. Lignières a démontré qu'il existe une parenté évidente entre les Coccobacilles qui sont les agents provocateurs de ces maladies. Il a su les différencier et les distinguer d'une manière très nette des autres agents avec lesquels ils peuvent coexister ou qui, se développant seuls dans l'organisme, déterminent des maladies spéciales qu'il faut séparer des Pasteurelloses.

Ces dernières peuvent se montrer sous trois types cliniques différents : 1° forme septicémique sans localisations; 2° forme aiguë avec localisations diverses; 3° forme chronique.

Grâce à ces nouvelles connaissances, M. Lignières sépare radicalement des affections différentes confondues jusque-là.

Il apporte une nouvelle preuve de différenciation entre la *Schweineseuche* ou *Pasteurellose porcine* et le *Hog-cholera*. Cette dernière maladie du porc lui sert à jeter les bases d'un autre groupe, celui des *Salmonelloses*.

Ces recherches ont une importance pratique incontestable, surtout en France, où toutes ces affections existent. Elles font prévoir le moment où l'on pourra préserver les animaux à l'aide de la vaccination.

Le Travail de M. Lignières sur la *Malaria bovine* est une œuvre peut-être moins laborieuse, mais au moins aussi importante.

L'Hématozoaire (*Piroplasma bigeminum*) cause de cette maladie a été découvert par Babès et Starconici sur les bœufs de la Roumanie et retrouvé aux États-Unis par Smith et Kilborne, qui en ont fait l'objet d'une très belle étude. Il existe même en France, où M. Lignières l'a rencontré dans le sang de bœufs hématuriques.

Mais c'est surtout dans la République Argentine qu'il a été étudié par M. Lignières dans la *Malaria* du bœuf du pays, où la maladie est généralement connue sous le nom de *Tristeza*.

Grâce aux grandes ressources mises à sa disposition, M. Lignières a pu ajouter une contribution importante aux connaissances, déjà si précieuses, que l'on doit à Smith et Kilborne.

Signalons les points les plus originaux de cette contribution. Il a fait voir :

1° Que l'immunité consécutive à une première atteinte est très solide;

2° Que l'examen du sang, quoique étant l'élément le plus important du diagnostic *ante mortem*, reste parfois en défaut;

3° Qu'en effet il existe une forme atypique de la maladie, forme dans laquelle la perte globulaire est peu accentuée ou tout à fait tardive et où les globules de la grande circulation ne sont pas envahis par le *Piroplasma bigeminum* ou le sont seulement tout près du moment de la mort;

4° Que cette forme atypique ne correspond pas à la maladie bénigne. Dans cette dernière, en effet, l'infection globulaire et la destruction des hématies commencent dès le début du mal, mais restent assez peu importantes.

5° Que la forme bénigne n'est pas causée par des Hématozoaires punctiformes, comme le pensent Smith et Kilborne, mais toujours par le Piroplasme type.

Mais les faits nouveaux les plus importants mis en lumière par M. Li-

gnières sont la culture à l'étuve de l'Hématozoaire sous sa forme ronde et son atténuation.

De ce dernier point nous ne dirons rien, pas plus que des vaccinations pratiquées avec les cultures de virus atténué, parce que l'auteur n'a pas fourni de détails sur ces faits d'application pratique.

Mais il convient de retenir le fait de la culture du *Piroplasma* de la *Tristeza* et d'en tenir le plus grand compte à M. **Lignières**. C'est le premier exemple de culture d'un Hématozoaire en dehors de l'organisme. Il est indéniable, étant donné le nombre considérable des transmissions qui ont été faites d'un milieu de culture à un autre. Au point de vue de la physiologie générale des agents d'infection, ce fait s'impose d'une manière toute particulière à l'attention des biologistes.

Rapport de M. **Bouchard** *sur les « Recherches sur la cryoscopie des urines dans les maladies des reins et du cœur » de MM.* H. Claude *et* V. Balthazard.

Dans une série de Mémoires publiés sur ce sujet, les auteurs ont appliqué la cryoscopie des urines à l'étude des maladies des reins et du cœur. Ils avaient été précédés dans ce genre d'études par Koronyi qui avait montré que, dans les néphrites, le point de congélation des urines se rapprochait de 0°, et surtout avait établi la théorie de la sécrétion rénale fondée sur l'échange moléculaire au niveau de l'épithélium des tubes contournés. Mais le professeur de Buda-Pesth, en utilisant le seul point de congélation Δ des urines, ne pouvait apprécier la valeur des éliminations journalières. MM. Claude et Balthazard ont proposé, pour arriver à mesurer celles-ci, la formule $\frac{\Delta V}{P}$ dans laquelle le point de congélation (Δ) représente le nombre de molécules contenues dans l'unité de volume, qui est multiplié par V, volume d'urine des vingt-quatre heures, et est rapporté au poids P de l'individu. Cette formule permet de mesurer la diurèse moléculaire totale. Mais ce qui est intéressant à apprécier dans l'excrétion rénale, ce sont les matériaux de désassimilation constitués par toutes les substances à l'exclusion de Na Cl. Or, par le dosage, nous connaissons la quantité de ce dernier, et nous pouvons, par un calcul très simple, savoir la part attribuable au Na Cl dans le point de congélation totale de l'urine. En soustrayant cette valeur Δ' de Δ, nous avons une valeur $\Delta - \Delta' = \delta$ qui représente la quantité de molécules de substances achlorées ou élaborées contenue dans l'unité, et la formule $\frac{\delta V}{P}$ proposée par MM. Claude et Balthazard figurera

l'excrétion par vingt-quatre heures et par kilogramme de poids du corps de ces molécules de déchet. Le rapport qui existe entre les deux diurèses, $\frac{\Delta V}{P}$ ou diurèse moléculaire totale et $\frac{\delta V}{P}$ ou diurèse des molécules élaborées, constitue une troisième valeur $\frac{\Delta}{\delta}$ qui a une grosse importance. En effet, chez les sujets normaux, les chiffres donnés par la formule $\frac{\Delta V}{P}$ oscillent entre 2500 et 4000 et, pour chacune de ces valeurs extrêmes, le rapport $\frac{\Delta}{\delta}$ reste inférieur (pour chacune respectivement) à 1,40 et 1,70. L'étude d'un grand nombre d'urines de sujets sains a permis à MM. Claude et Balthazard de dresser un Tableau des valeurs que $\frac{\Delta}{\delta}$ ne doit pas dépasser pour une valeur donnée de $\frac{\Delta V}{P}$. Au contraire, en étudiant des cas de lésions rénales profondes provoquant des accidents urémiques, ils ont vu ces valeurs $\frac{\Delta}{\delta}$ atteindre des chiffres supérieurs à ceux constatés chez les individus sains pour les mêmes valeurs de $\frac{\Delta V}{P}$.

Les raisons de ces variations du rapport $\frac{\Delta}{\delta}$ peuvent être expliquées par la théorie de l'échange moléculaire de Koronyi; en tout cas, en dehors de toute hypothèse sur la physiologie de la sécrétion rénale, les variations de cette formule qui indique l'insuffisance rénale sont en rapport avec cette constatation que les lésions du rein provoquent une élimination en trace, plus considérable, proportionnellement à la diurèse totale, que celle des substances achlorées.

MM. Claude et Balthazard ont étudié les trois formules $\frac{\Delta V}{P}$, $\frac{\delta V}{P}$ et $\frac{\Delta}{\delta}$ dans les affections du cœur, des reins, et dans les cas où les reins et le cœur sont simultanément intéressés, et ils ont pu caractériser ainsi par des chiffres la valeur des éliminations dans les diverses maladies, et notamment apprécier l'insuffisance cardiaque et l'insuffisance rénale, même en l'absence de toute manifestation clinique. Les nombreuses observations et les tracés graphiques contenus dans les Mémoires de MM. Claude et Balthazard montrent bien l'importance de cette nouvelle méthode d'investigation dont les avantages principaux sont de fixer par les chiffres, de mesurer d'une façon scientifique, évidente, la valeur des éliminations, et de reconnaître les troubles de la circulation sanguine et de l'excrétion rénale, non seulement pour les maladies du cœur et des reins, mais encore dans tous les états où

le fonctionnement de ces organes peut être troublé sans qu'on puisse leur reconnaître des lésions anatomiques importantes.

Les résultats de la méthode d'examen cryoscopique des urines proposée par MM. Claude et Balthazard ont pu être contrôlés par de nombreux observateurs qui ont reconnu ses avantages sur d'autres méthodes d'exploration et le caractère très précis des indications qu'elle fournit.

La Commission estime qu'il y a lieu d'attribuer des mentions à MM. **Testut**, **Lagrange** et **Bourcet**.

Le *Traité d'Anatomie humaine* de M. le Dr **Testut** est riche en faits nouveaux; il rend les plus grands services aux médecins et aux chirurgiens, aussi bien qu'aux anatomistes; de nombreuses planches et des dessins en facilitent la lecture. Cet Ouvrage remarquable mérite à tous les égards une récompense.

Le *Traité des tumeurs de l'œil* de M. le Dr **Lagrange** contient bon nombre de Chapitres originaux et d'un grand intérêt; nous signalerons, en particulier, les études consacrées aux gliomes de la rétine et aux kystes de l'œil.

Rapport de M. **Brouardel** *sur le Travail de M.* P. Bourcet.

M. le Dr **Paul Bourcet** adresse pour le prix Montyon sa thèse inaugurale ayant pour titre : *L'iode normal de l'organisme, ses origines, son rôle, son élimination.*

Préparateur de M. A. Gautier, il a fait, pour confirmer les idées de son maître, un nombre considérable d'analyses. Il établit que tout, autour de nous, contient de l'iode : l'air, l'eau de pluie, la neige, les eaux douces et les eaux de mer, les plantes qui les habitent; les roches, les terrains et les végétaux qu'ils nourrissent; enfin, les animaux eux-mêmes auxquels leur nourriture apporte une certaine quantité de ce métalloïde.

C'est ainsi que l'iode pénètre dans tous les tissus de l'organisme, et M. Bourcet pense être le premier à l'avoir démontré, mais à une dose si faible qu'il faut opérer sur un grand volume de tissus et avec une méthode d'analyse chimique extrêmement délicate.

L'élimination s'effectue principalement par la peau, les sueurs, les cheveux et les ongles.

Quant au rôle de l'iode dans l'économie, M. Bourcet formule diverses hypothèses, mais aucune d'elles n'est établie.

M. **Bourcet** a fait un excellent Travail, très consciencieux, il a dû exécuter un nombre considérable d'analyses, son effort est digne d'une mention.

Des citations sont accordées à MM. **Rabaud** et **Montpillard** pour leur *Atlas d'Histologie normale,* et à M. le Dr **Escat** pour son *Traité des maladies du pharynx*.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Guyon, Lannelongue, Guignard, d'Arsonval, Laveran; Bouchard, rapporteur.)

La Commission partage le prix entre MM. **Moreigne**, **Tissier**, **Coyon**.

Sur les travaux de M. **Moreigne**, M. Guignard s'est exprimé ainsi :

M. le Dr **Moreigne** a adressé à la Commission du prix Barbier une série de publications dont une partie avait déjà valu à leur auteur, en 1896, une mention très honorable. Ces travaux peuvent se diviser en deux groupes reliés par des points communs.

Le premier groupe comprend des recherches d'ordre technique. On y trouve l'étude de certaines méthodes de dosage de quelques éléments importants de l'urine. L'auteur indique des méthodes nouvelles ou des perfectionnements de procédés déjà connus; dans tous les cas, il cherche à les rendre plus simples et plus pratiques, sans rien leur enlever de leur précision et sans perdre de vue les qualités que ces méthodes doivent offrir dans leur application aux Sciences médicales.

Le second groupe se compose de travaux dans lesquels l'auteur a cherché à déterminer l'action exercée sur la nutrition et sur diverses fonctions par certains principes médicamenteux ou certaines médications. On y remarque, en outre, un intéressant Mémoire *sur la cysténurie,* que l'auteur a pu étudier pendant plusieurs années sur un cas typique.

M. **Tissier** a présenté un travail intitulé : *Recherches sur la flore intestinale normale et pathologique du nourrisson*. C'est un travail très important contenant les résultats de recherches exclusivement personnelles qui ont déjà fait l'objet d'une Communication très remarquée au Congrès de Médecine de 1900.

L'auteur a étudié très soigneusement la flore intestinale du nouveau-né avant toute alimentation, puis aux diverses époques de la vie du nourrisson sain, ou atteint de troubles divers de la digestion intestinale.

Chez tous les enfants après la naissance, il y a une phase aseptique de dix à vingt heures, puis apparaissent dans l'intestin grêle des espèces microbiennes différentes suivant que l'enfant est élevé au sein ou au biberon. Ces espèces sont assez bien déterminées et assez fixes pour que le seul examen des selles d'un enfant sain permette d'affirmer le genre d'alimentation auquel il est soumis. S'il survient des troubles intestinaux, aux espèces bactériennes ordinaires s'ajoutent d'autres espèces également bien *déterminées* et *différentes* suivant que l'enfant est nourri au sein ou au biberon. Les selles de l'enfant nourri au lait stérilisé ne peuvent être distinguées par l'étude bactériologique de celles de l'enfant nourri au lait ordinaire.

Chez l'enfant au sein, la digestion est complète, les déchets qui en proviennent sont peu riches en substances fermentescibles. En outre, la bactérie prédominante (*B. bifidus*) n'agit pas sur la lactose et ne peut avoir qu'une action légère sur les dérivés des albuminoïdes. Les autres bactéries ne peuvent déterminer que des fermentations de peu d'importance.

Il n'en est pas de même chez le nourrisson au biberon ; ici la digestion est incomplète, les substances fermentescibles se trouvent en abondance et les microbes agissant sur la lactose avec ou sans production de gaz sont nombreux.

L'auteur étudie enfin l'action des microbes *empêchants,* qui s'opposent au développement des espèces pathogènes et montre que, chez l'enfant au sein, les conditions sont moins favorables à l'éclosion des entérites.

Le travail de M. Tissier est absolument original et conduit à des résultats pratiques très utiles pour l'alimentation des nourrissons ; il éclaire plusieurs points de la pathologie des gastro-entérites.

M. **Coyon** a présenté un opuscule intitulé : *Flore microbienne de l'estomac. Fermentations gastriques.*

Il rappelle que les fermentations gastriques s'observent dans des conditions pathologiques diverses de l'estomac, organiques et fonctionnelles. On les voit dans les cas de sténose et en dehors de ces cas. Il y en a dans les dyspepsies avec insuffisance d'acide chlorhydrique, ; il y en a aussi dans les cas d'hyperchlorhydrie. Ce qui favorise surtout ces fermentations, c'est la stagnation, le séjour prolongé des aliments dans l'estomac.

A chacun de ces types correspondent des fermentations qui diffèrent au point de vue chimique et qui relèvent de l'action de microbes différents.

Ces fermentations, l'auteur les a produites *in vitro* et a retrouvé ainsi les mêmes produits qui se développent dans l'estomac des dyspeptiques soit aux dépens des albuminoïdes, soit aux dépens des hydrates de carbone.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Marey, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran; Bouchard, rapporteur.)

Deux séries de recherches, entreprises simultanément, les unes à Paris, les autres à Lyon, dans d'importants services hospitaliers consacrés au traitement de la variole, nous ont valu des œuvres remarquables qui ont fait faire un progrès notable à nos connaissances relatives à la pathologie de la variole. Les résultats obtenus sont sensiblement identiques, la publication en a été presque simultanée.

MM. **Jules Courmont** et **V. Montagard** ont découvert, à Lyon, que le sang de la variole, dans les cas les plus bénins comme dans les plus compliqués, présente une notable proportion de leucocytes mononucléaires. Ils ont fait de ce caractère un signe diagnostique de la variole. Comme complément de cette découverte, ils montrent les lésions de la moelle osseuse de la variole.

M. **Weil**, à Paris, a vu également la leucocytose de la variole; il la rapproche de celle de la leucémie myélogène et il fait, de cette constatation, un élément de diagnostic de la variole. Aux observations cliniques il ajoute l'étude anatomique des organes hématopoïétiques.

M. **Levaditi** nous a envoyé plusieurs Notes relatives à la pathologie de l'infection qui présentent un grand intérêt.

Il a découvert, avec M. Babes, la forme actinomycosique du bacille de la tuberculose humaine.

Il a vu, dans la peste expérimentale, les propriétés hémorragipares du bacille pesteux et les lésions qu'il provoque dans le système nerveux.

Avec M. Charrin, il montre l'influence utile de la minéralisation de l'organisme en lutte avec une maladie infectieuse. Dans la fièvre typhoïde, il

observe les étranges embolies cellulaires : fibres striées du cœur trouvées dans les vaisseaux du poumon, cellules du foie dans les vaisseaux hépatiques.

La Commission partage le prix en trois parts égales : elle en attribue une à MM. **Jules Courmont** et **V. Montagard**, une deuxième à M. **Weil**, la troisième à M. **Levaditi**.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Lannelongue, Bouchard, Marey, d'Arsonval; Guyon, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix Godard à M. le Dr **René Le Fur**, pour sa monographie intitulée : *Des ulcérations vésicales et, en particulier, de l'ulcère simple de la vessie*. L'histoire des ulcérations de la vessie n'avait pas encore été faite dans son ensemble, et, dans beaucoup de ses détails, ne pouvait être complètement étudiée. Ce n'est que depuis l'application régulière et méthodique de la Cystoscopie que l'observation clinique a pu se compléter, et que d'autres résultats que ceux de l'observation anatomo-pathologique ont pu nous mieux renseigner.

C'est en se basant sur l'Anatomie pathologique, l'expérimentation et la clinique que M. Le Fur a poursuivi son œuvre. Il a pu réunir plus de six cents observations, dont un certain nombre étaient inédites ou lui appartenaient; il a donné la relation d'une soixantaine d'expériences personnelles.

L'expérimentation a été faite au moyen d'injections de cultures microbiennes ou de substances toxiques, ce qui a permis de tenter l'essai d'interprétations pathogéniques. L'auteur a été conduit à faire une place très importante aux lésions trophiques et aux lésions infectieuses hémorragiques, il a déterminé le rôle des lésions vasculaires. Les ulcérations qu'il a surtout étudiées relèvent de cette étiologie; le Chapitre qu'il a consacré à la description de ces lésions, sous le titre d'*ulcère simple de la vessie*, est original et nouveau.

M. **Le Fur** décrit trois types principaux : 1° le type aigu perforant d'emblée; 2° le type chronique, depuis l'érosion simple jusqu'à l'ulcère vésical à bords indurés et épaissis; 3° le type des ulcérations simples trophiques.

Un Chapitre de pratique est la conclusion naturelle de cette étude,

l'auteur y indique ce qui a trait au diagnostic et au traitement des ulcérations de la vessie.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Lannelongue, d'Arsonval, Laveran; Marey, rapporteur.)

MM. **Landouzy** et **Georges Brouardel** ont adressé au concours du prix Bellion un très intéressant Travail sur *certains empoisonnements non professionnels par l'aniline*.

Des enfants en grand nombre ont présenté pendant les grandes chaleurs de l'été des accidents de cyanose assez graves qui cessaient par le repos au lit. Certaines mères de famille avaient cru observer que ces phénomènes inquiétants survenaient quand les enfants portaient depuis quelques heures des bottines qu'on avait fait teindre en noir. MM. Landouzy et Brouardel constatèrent la réalité de ce fait, réussirent à se procurer la teinture suspectée, reconnurent qu'elle était à base d'aniline et réussirent enfin à produire sur des animaux tous les symptômes de l'intoxication observée sur les enfants.

S'ils enduisaient une petite surface de la peau d'un cobaye avec la teinture à l'aniline, les accidents de cyanose s'observaient bientôt. De petits morceaux d'étoffe imbibés de la teinture et placés dans la cage des cobayes amenaient, à distance, une intoxication par les vapeurs d'aniline répandues dans l'air.

Ces expériences, répétées de maintes façons, donnaient bien la démonstration cherchée. Elles prouvaient que la teinture à base d'aniline peut empoisonner, soit par absorption cutanée, soit par la respiration. Elles montrèrent aussi qu'une température assez élevée est nécessaire pour que les vapeurs d'aniline se dégagent et soient absorbées par la peau ou par la respiration.

Les observations cliniques se multiplièrent depuis les études faites par MM. Landouzy et G. Brouardel; leur nombre a fini par émouvoir l'opinion et les pouvoirs publics, et l'on s'occupe d'interdire absolument l'emploi de la dangereuse teinture.

Un autre Travail très important a pour titre : *La léprose,* par M. le Dr Sauton.

M. le Dr **Sauton**, qui a visité beaucoup de pays où sévit la lèpre, a bien

étudié les conditions de propagation de cette redoutable maladie et les mesures prophylactiques qui s'imposent pour restreindre son développement. Dans plusieurs de nos Colonies, le nombre des lépreux augmente, depuis quelques années, dans des proportions inquiétantes, et il est indispensable d'attirer l'attention des pouvoirs publics sur l'insuffisance des mesures prophylactiques qui ont été prises jusqu'ici. L'Ouvrage du Dr Sauton, qui contient des documents fort utiles pour la lutte contre la lèpre, arrive donc à son heure et mérite une récompense. Votre Commission vous propose de décerner à M. le Dr Sauton la moitié du prix Bellion.

Les deux remarquables Travaux dont il vient d'être fait mention ont paru mériter également, bien qu'à des titres divers, d'être récompensés. Votre Commission propose donc de partager le prix entre MM. **Landouzy** et **G. Brouardel**, d'une part, et M. le Dr **Sauton**, d'autre part.

Elle accorde des mentions très honorables à M. **Razou** et à M. **Pégurier**.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Marey, Guyon, Lannelongue; d'Arsonval, rapporteur.)

Les études que M. **Gley** a réunies sous le titre de : *Essais de philosophie et d'histoire de la Biologie,* s'inspirent toutes de cette idée philosophique que l'intelligence profonde des doctrines ne peut s'obtenir que si l'on se rend un compte exact de leur origine, de leur formation, de l'ensemble du développement scientifique dont elles sont sorties. C'est à ce point de vue que l'auteur a traité de l'irritabilité, de l'histoire du système nerveux, de la conception et de la classification physiologique des glandes, des progrès de la physiogénie, de l'évolution des sciences biologiques en France, de 1847 à 1900.

L'étude de l'irritabilité constitue une œuvre très personnelle. Un important historique fixe les phases successives par lesquelles a passé ce problème, si étroitement lié à celui même de la vie, et dont tous les grands biologistes se sont occupés. Puis M. Gley s'applique à apporter une solution propre à cette question primordiale; c'est à une conception physico-chimique de l'irritabilité qu'il arrive.

Les autres essais témoignent du même esprit, exactement analytique,

puis hardiment généralisateur, tout en restant critique. L'histoire de la Science est toujours faite ici dans cette pensée qu'il faut suivre l'évolution des faits et des idées pour bien comprendre les unes et les autres.

C'est peut-être dans le Rapport sur la Société de Biologie et l'évolution des sciences biologiques durant les cinquante dernières années, que cette pensée se manifeste le plus. La tâche était difficile, presque impossible, a-t-on dit, de donner un tableau exact et cependant suffisamment large des progrès réalisés, durant la seconde moitié du siècle qui vient de finir, dans toutes les sciences dont on s'occupe dans cette Société si active. L'auteur s'est sans cesse préoccupé, qu'il s'agisse des sciences morphologiques ou de la Physiologie ou de la Pathologie, de dégager des méthodes et des innombrables recherches celles qui permettent d'atteindre du plus près possible à l'explication causale des phénomènes. Le résultat a été que l'œuvre de M. Gley n'est pas seulement l'histoire de la Société de Biologie, mais un exposé complet des conquêtes successives de la Science pendant ce demi-siècle, avec les relations des découvertes les unes avec les autres, avec les directions que les principales d'entre elles ont imprimées aux efforts des chercheurs, avec les conséquences qui en ont été tirées. « Un tel travail, disait-on récemment (*Revue générale des Sciences,* 15 mai 1901, p. 444), ne s'analyse pas : on ne peut qu'admirer et l'esprit dans lequel il est conçu, et la méthode qui en a réglé l'exécution, et l'intelligence critique qui s'y exerce, servie par une plume souple et élégante. »

En conséquence, votre Commission vous propose de décerner le prix Mège (arrérages) à M. **Gley**.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Marey, Lannelongue, Ranvier, Laveran; Bouchard, rapporteur.)

La Commission partage le prix entre MM. **Catois**, **Jean-Ch. Roux** et **Jean Lépine**.

Sur le travail de M. *Catois,* M. **Giard**, adjoint à la Commission, s'exprime ainsi :

Le Travail de M. **Catois**, *Recherches sur l'histologie et l'anatomie microscopique de l'encéphale chez les Poissons*, est une étude approfondie et très

complète de l'Histologie comparée des centres encéphaliques chez les Poissons cartilagineux et chez les osseux. L'auteur a employé tour à tour les procédés de Nisol et de Golgi-Cajol, dont l'application méthodique au système nerveux des Vertébrés inférieurs paraissait très désirable. Il a pu démontrer qu'outre les éléments de soutien et les cellules épendymaires classiques l'encéphale des Poissons renferme des cellules de névroglie dites *en araignée* assez difficiles à mettre en évidence.

En ce qui concerne la forme des neurones, M. Catois a montré qu'en général la différenciation de l'axone est moins accusée et que les dendrites sont moins ramifiées que chez les Vertébrés supérieurs.

Toute la portion anatomo-microscopique du Mémoire, illustrée par des Planches fort nettement et fort élégamment dessinées, constitue un ensemble de documents d'une grande valeur sur le Télencéphale, le Diencéphale, le Mésencéphale et spécialement sur la question, jusqu'alors si obscure, du cervelet des Poissons.

L'auteur s'est efforcé de coordonner, avec ses découvertes personnelles, les quelques faits acquis antérieurement; il a publié un excellent Index bibliographique des travaux relatifs à son sujet.

On peut reprocher à M. Catois d'avoir été peut-être trop exclusif et de n'avoir pas cherché à contrôler par une autre méthode (celle d'Apathy) les résultats fournis par ses préparations, accordant ainsi une valeur absolue aux procédés de Golgi-Cajol et à la théorie des neurones considérés comme éléments discontinus.

Quoi qu'il en soit, le Travail de M. **Catois**, très riche en faits nouveaux d'une valeur anatomique et zoologique considérable, prouve une réelle habileté technique et une grande sagacité. Il nous a paru répondre en tout point au programme du prix Lallemand.

M. **Laveran** exprime ainsi son opinion sur le Travail de M. le Dr **Jean-Ch. Roux**, intitulé : *Les lésions du grand sympathique dans le tabes et leur rapport avec les troubles de la sensibilité viscérale*. Paris; 1900.

M. le Dr Roux a examiné le grand sympathique de sept tabétiques et il a constaté, dans les nerfs de ce système, la disparition de la moitié environ des petites fibres à myéline. L'expérimentation, chez le Chat, a prouvé qu'on pouvait produire des lésions analogues par la section des racines postérieures entre la moelle et les ganglions rachidiens. C'est donc la lésion des racines postérieures qui, chez les tabétiques, entraîne l'atrophie

partielle des petites fibres à myéline des troncs du sympathique et les troubles de sensibilité viscérale si fréquents chez ces malades.

Le Travail de M. le Dr **Roux** comble une lacune importante qui existait dans l'histoire du tabes ou ataxie locomotrice.

M. **Jean Lépine** a soumis au jugement de la Commission un Mémoire intitulé : *Étude sur les hématomyélies*, Travail très important de 450 pages. L'auteur rappelle d'abord, dans un historique très complet, les recherches qui ont été faites sur la Pathogénie, l'Anatomie pathologique et les symptômes des hémorragies de la moelle. Puis il étudie, à la lumière des faits déjà publiés et d'un certain nombre d'observations personnelles ou d'expériences sur les animaux, les diverses hématomyélies primitives ou secondaires. Il distingue deux grands groupes de maladies suivant que l'hémorragie se fait par rupture de vaisseaux de la région centrale juxta-épendymaire ou de vaisseaux de la substance grise de la moelle.

Dans ce groupe, il insiste surtout sur les expériences personnelles montrant le rôle de la commotion médullaire et les accidents de la décompression atmosphérique brusque. Dans une Communication à la Société de Biologie, dont un extrait est joint au livre précité, il insiste sur l'accoutumance des animaux à la commotion expérimentale de la moelle, variété d'inhibition médullaire qui n'avait pas été signalée jusqu'à ce jour.

Dans le Chapitre d'Anatomie pathologique, il faut signaler les rapports intéressants de l'hématomyélie et de la gliose; les deux processus pourront être diversement combinés.

Peu de particularités nouvelles sont à relever dans la symptomatologie et la clinique d'une façon générale.

Cette œuvre considérable repose sur l'analyse de 226 observations et sur de très nombreuses expériences personnelles : *a*. Injections intramédullaires de sang; *b*. Figures de la moelle; *c*. Commotions médullaires; *d*. Décompression atmosphérique brusque.

Des mentions très honorables ont été accordées :

A M. le Dr **F. Bernheim**, pour son Ouvrage intitulé : *De l'aphasie motrice;*

A M. le Dr **A. Comte**, pour son Ouvrage intitulé : *Des paralysies pseudo-bulbaires*.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Lannelongue, Marey, d'Arsonval; Laveran, rapporteur.)

La Commission propose de donner ce prix à M. le Dr **Catrin** pour son travail intitulé : *L'aliénation mentale dans l'armée*. M. le Dr Catrin fait remarquer que l'examen des conscrits, très complet en ce qui regarde les tares physiques, est trop sommaire en ce qui concerne les tares psychiques, plus difficiles à déceler, il est vrai. Chaque année, l'armée reçoit un certain nombre de jeunes soldats aliénés, faibles d'esprit ou dégénérés dont la présence dans les corps de troupes est un danger pour les camarades de ces jeunes soldats, pour leurs chefs et pour ces jeunes gens eux-mêmes. Ces aliénés, ces dégénérés méconnus commettent souvent des fautes graves contre la discipline et l'on connaît les sévérités du Code de justice militaire.

M. le Dr **Catrin** a bien indiqué les mesures à prendre pour éviter l'incorporation des jeunes gens aliénés ou faibles d'esprit et les accidents qui sont la suite de cette incorporation.

Une mention honorable est accordée à MM. les Drs **Tostivint** et **Remlinger** pour leur travail intitulé : *Pathologie comparée de la race européenne et de la race arabe*.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE).

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Lannelongue, Guyon, Guignard; d'Arsonval, rapporteur.)

Rapport sur le travail de M. Marcel Mirande, *intitulé : « Recherches physiologiques et anatomiques sur les Cuscutacées ».*

M. **Marcel Mirande** a publié sur les plantes parasites bien connues sous le nom de *Cuscutes* un travail fort intéressant au double point de vue anatomique et biologique.

Parmi les données nouvelles concernant l'anatomie de ces végétaux, il y a lieu de signaler principalement celles qui concernent l'appareil laticifère et l'appareil conducteur de la sève élaborée. L'auteur montre que les laticifères, à peine entrevus auparavant dans quelques Cuscutes, offrent chez toutes les espèces une importance et une constitution particulières. Quant à l'appareil conducteur de la sève élaborée, formé par les tubes criblés du liber, il acquiert ici un grand développement, alors qu'il semble au premier abord que, chez ces plantes privées de feuilles, il devrait, au contraire, se montrer fort réduit, puisque son rôle ordinaire est de servir au transport de la sève qui descend des feuilles dans les diverses régions du corps végétatif. La cause de l'exception présentée par les Cuscutes provient de ce que, chez ces plantes, la sève qui circule dans les tubes criblés a une origine différente de celle des végétaux feuillés non parasites; elle résulte, en effet, d'une seconde élaboration de la sève de la plante nourricière, et cette élaboration commence dans les suçoirs que la Cuscute introduit dans les tissus de son hôte. Tandis que, dans les cas ordinaires, on peut dire que la fonction crée l'organe et que la perte de la fonction entraîne le plus souvent l'atrophie de l'organe, chez les Cuscutes l'atrophie des feuilles n'a pas pour conséquence la réduction du tissu criblé, parce que ce dernier remplit ici un rôle différent, il est vrai, mais tout aussi important que celui qui lui est dévolu dans les plantes ordinaires.

Pour étudier la biologie des Cuscutes, M. Mirande a suivi pendant plusieurs années, chez les espèces indigènes et exotiques, la germination de la graine, l'évolution de la jeune plante durant sa phase de vie libre, le passage de la vie libre à la vie parasitaire, le développement de la plante adulte. Il étudie le mécanisme physiologique de la nutrition de la Cuscute et montre qu'aucune substance organique de la plante nourricière, sauf peut-être le glucose, ne pénètre intégralement dans la plante parasite. Comme l'avait déjà pensé M. Chatin, cette dernière est le siège d'une élaboration propre. M. Mirande constate que les suçoirs sécrètent des diastases destinées à effectuer le travail chimique de l'assimilation; par des dosages et des observations microchimiques appropriées, il établit que la végétation de la plante parasite est d'autant plus prospère que son hôte est plus riche en matière sucrée. Le glucose de la plante nourricière apparaît ainsi comme la source principale du carbone de la plante parasite.

Cette seconde partie du Mémoire surtout renferme nombre de recherches précises sur la formation, la mise en réserve et l'emploi des matériaux nutritifs, et sur les conditions qui président au développement

des matières colorantes que l'on remarque chez les Cuscutes. On y trouve aussi des expériences de culture qui mettent en évidence la façon dont la plante envahie lutte contre le parasite à l'aide de substances particulières : acides, essences, alcaloïdes, etc.

Enfin, les caractères anatomiques, reproduits dans seize planches, sont judicieusement appliqués à la distinction des espèces et à leur groupement systématique, qu'aucun auteur n'avait encore étudié d'une façon aussi complète.

En conséquence votre Commission vous propose de décerner le prix Montyon (Physiologie) à M. **Mirande**.

M. **Bonniot** a présenté un très intéressant travail sur l'hyperthermie dans la fièvre.

Appliquant à la clinique infantile les procédés de calorimétrie imaginés par M. d'Arsonval, M. Bonniot a confirmé par de nombreuses mesures les données physiologiques.

Ces recherches ont l'avantage de donner des mesures sur l'homme; elles ont demandé à leur auteur beaucoup de temps et de soins; aussi votre Commission vous propose-t-elle d'accorder une mention honorable à M. **Bonniot** pour son travail.

PRIX POURAT.

(Commissaires: MM. Marey, d'Arsonval, Bouchard, Guyon, Lannelongue; Chauveau, rapporteur.)

La question proposée était ainsi conçue :

Sur le refroidissement dû à la contraction musculaire. Détermination expérimentale des conditions et du mécanisme intime de ce phénomène.

Un seul Mémoire a été présenté. Il a pour auteur M. **J. Tissot**.

Ce Mémoire est incomplet parce qu'il ne répond qu'à la première partie de la question; la seconde n'a pas été traitée. L'auteur, en effet, examine avec les plus grands détails les conditions de la production du refroidissement musculaire. Il est muet sur le mécanisme intime de ce refroidissement.

Mais le premier point est traité avec une telle ampleur et une telle supériorité que la Commission n'a pas hésité à attribuer le prix à M. **J. Tissot**.

Un court exposé suffira à justifier la décision de la Commission.

L'échauffement, on le sait, est le phénomène thermique général qui accompagne et suit la contraction musculaire stérile ou consacrée à l'exécution de travail mécanique. Mais cet échauffement, chez les animaux à sang chaud, peut être précédé d'un fugitif refroidissement auquel on a voulu donner une importance considérable, si considérable même qu'il serait possible de réaliser des conditions physiologiques dans lesquelles le refroidissement constituerait la seule manifestation thermique de la contraction.

C'est sur les faits relatifs auxdites conditions qu'ont porté les premières recherches de M. Tissot. D'autres conditions ont ensuite été examinées comparativement.

Voici, très résumé, l'ensemble des résultats obtenus :

A. *Sur les animaux refroidis par l'action de la morphine combinée avec celle d'un anesthésique.* — 1° Le refroidissement dû à la contraction musculaire est un phénomène court, se manifestant seulement au début. Il n'est généralement appréciable qu'au galvanomètre actionné par un bon système thermo-électrique.

2° L'état de refroidissement général paraît plutôt une condition défavorable à l'apparition du refroidissement local initial du début de la contraction. Il en diminue la fréquence ou la netteté.

3° Dans tous les cas, sans exception, le tétanos musculaire développe de la chaleur chez les animaux refroidis, et cette chaleur commence toujours à apparaître *pendant* la durée même du tétanos.

4° Chez les sujets refroidis, le tétanos musculaire paraît développer une quantité de chaleur plus considérable que chez les sujets à température normale. Cette apparence tient peut-être à la diminution d'activité de la circulation, d'où résulte un entraînement moins rapide de la chaleur engendrée dans le muscle excité. La production de chaleur pendant le tétanos chez l'animal refroidi devient sensible à la main.

5° Le tétanos du muscle de l'animal refroidi produit encore de la chaleur après la mort, quel qu'en soit le genre.

6° Ainsi, la morphine et l'éther n'exercent aucune action particulière sur le phénomène du refroidissement musculaire du début de la contraction.

7° L'observation, à l'aide d'appareils thermo-électriques convenables, des modifications de température qui se produisent au début de la contraction montre qu'elles consistent en deux phénomènes antagonistes : l'un, refroidissant le muscle; l'autre, l'échauffant. Ces deux phénomènes, d'in-

tensité variable, atteignent aussi leur maximum avec une rapidité variable; d'où la possibilité d'observer au début de la contraction :

Ou du refroidissement;

Ou de l'échauffement;

Ou *pas de variation thermique* pendant un temps qui peut être assez long, quelquefois dix ou quinze secondes.

B. *Sur les animaux normaux, simplement fixés dans la gouttière.* — Le refroidissement du début de la contraction se produit aussi et même plus souvent chez le chien normal que chez le chien refroidi par l'anesthésie ou l'action de la morphine, tout en restant un phénomène inconstant.

C. *Sur les animaux à moelle coupée et dont la respiration est entretenue artificiellement.* — Le refroidissement du début de la contraction est toujours très marqué et se constate de la manière la plus constante.

D. *Sur les muscles privés de circulation.* — La circulation n'a pas d'influence sur le refroidissement du début de la contraction, ce phénomène se produisant aussi bien sur les muscles des animaux qui viennent d'être tués que sur ceux des sujets vivants.

E. *Sur les animaux en état d'asphyxie et, d'une manière générale, les muscles soustraits à l'action de l'oxygène.* — 1° Il se produit dans les muscles de l'animal asphyxié une chute très rapide de température qui rend très difficile, sinon impossible, l'observation du galvanomètre lorsqu'on se sert de soudures thermo-électriques pour explorer la température musculaire.

2° Le refroidissement du début de la contraction, agissant dans le même sens que la chute normale de température et l'accélérant, peut provoquer un fort refroidissement de début. Ce refroidissement est *toujours* suivi d'un échauffement considérable si la contraction persiste.

3° Le tétanos du muscle d'un animal asphyxié ou en voie d'asphyxie ne manque jamais de produire cet échauffement considérable, même quand le sujet, préalablement à l'asphyxie, a été refroidi par une anesthésie prolongée.

4° Le refroidissement du début de la contraction, chez l'animal asphyxié, a les mêmes caractères que dans les autres cas. *C'est un phénomène court,* de début. *Il n'est jamais permanent.* L'échauffement suit toujours, même dans les cas les plus désavantageux, par exemple lorsque le muscle soulève une très forte charge, la plus forte qu'il puisse soulever.

5° Le muscle de grenouille placé dans un gaz inerte ne se comporte pas autrement que dans l'air, au point de vue des phénomènes thermiques dont il est le siège.

F. *Sur les muscles qui se contractent sans effectuer de travail extérieur.* — 1° Le muscle qui se contracte *à vide* présente le phénomène du refroidissement initial, exactement comme le muscle qui applique sa contraction au soulèvement d'une charge.

2° Lorsque le muscle, fixé à ses deux extrémités, ne peut plus se raccourcir en se contractant, on observe encore le refroidissement initial précédant l'échauffement.

G. *Phénomènes thermiques dus à l'élongation et à la rétraction des muscles.* — 1° *Au repos*, les muscles de mammifères présentent les mêmes manifestations thermiques que le caoutchouc.

2° Il n'en est pas de même avec les muscles *en état de tétanisation*. La rétraction produit généralement du refroidissement. Mais l'allongement détermine aussi souvent du refroidissement que de l'échauffement. Ces phénomènes sont d'une observation difficile parce qu'ils varient avec la rapidité de l'allongement et de la rétraction.

Ces deux dernières séries d'expériences étaient, sans doute, dans la pensée de l'auteur, instituées dans l'intention d'éclairer le mécanisme du refroidissement initial de la contraction musculaire. Mais, isolées de celles qui auraient dû les compléter et que M. Tissot n'a probablement pas eu le temps de faire, elles ne peuvent compter que comme des faits empiriques bien observés.

Mais tous les faits des autres séries d'expériences répondent avec une frappante unanimité à la question qu'ils avaient pour but de résoudre. Ils proclament hautement que le refroidissement du muscle qui se contracte se manifeste constamment de la même manière, quelles que soient les conditions du muscle dans lequel on provoque la contraction.

Ce refroidissement n'est jamais qu'un phénomène éphémère précurseur du phénomène inverse, l'échauffement, souvent énorme, qui est déterminé par l'état de contraction.

Dans aucune condition, on n'observe le renversement des phénomènes thermiques du muscle. Jamais le tétanos musculaire ne produit, chez les mammifères, un refroidissement permanent. Si l'on a été induit à croire à l'existence réelle de ce phénomène, c'est que l'on employait pour l'observation des températures des appareils mal appropriés à ce genre de recherches; c'est aussi parce que l'on n'a pas compté avec la rapidité du refroidissement naturel des sujets en état asphyxique, refroidissement auquel participait naturellement le muscle qui était l'objet des expériences et des observations.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. Marey, Van Tieghem, Bouchard, Chauveau; d'Arsonval, rapporteur.)

Le prix est partagé entre M. **L. Camus** et M. **Moussu**.

Rapport sur les travaux de M. L. Camus, par M. d'Arsonval.

Dans une série de Notes et de Mémoires M. **L. Camus** a réuni les résultats d'un ensemble de recherches sur la coagulabilité du sang d'où se dégagent plusieurs notions importantes.

C'est d'abord la généralisation de l'action anticoagulante des extraits d'organe; dans un Mémoire détaillé, l'auteur a étudié séparément les différents organes de l'escargot; tous les extraits aqueux de ces organes ont une action anticoagulante indirecte; il ressort d'un autre travail que les extraits de ver de terre possèdent la même propriété.

L'action anticoagulante indirecte n'est point limitée aux extraits d'organes ou de cellules; les produits normaux de sécrétion l'ont aussi; c'est ce que l'on ignorait et ce que M. Camus a démontré pour la sécrétion lactée; le lait centrifugé, injecté dans les vaisseaux d'un animal sensible aux agents anticoagulants indirects, rend le sang incoagulable quand il provient d'une espèce étrangère; le sang devient encore incoagulable quand on injecte le lait de la même espèce animale; enfin les animaux en lactation sont sensibles aux injections de lait.

Le mécanisme complet de la fonction anticoagulante est encore actuellement étudié et discuté par les physiologistes, mais un point important est aujourd'hui établi, c'est l'intervention du foie dans cette fonction. Ce rôle du foie reçoit une nouvelle confirmation des recherches de M. L. Camus sur le foie de l'escargot. Enfin, dans une Note sur l'influence de la dessiccation et des hautes températures sur le plasma hépatique de peptone, l'auteur met en évidence un procédé de préparation de la substance anticoagulante, sinon à l'état pur, ce qui ne paraît pas devoir être obtenu facilement, du moins à un état d'isolement plus avancé et dans des conditions de conservation qui ont pu rendre des services dans des expériences comparatives.

Rapport sur le Travail de M. Moussu.

L'origine de la lymphe est une des questions les plus controversées, même depuis les derniers travaux de Heindenhain.

Dans le but de préciser et de contrôler les opinions émises, M. **Moussu** a entrepris une série de recherches non plus sur le canal thoracique où la lymphe se trouve mélangée au chyle, mais sur la circulation lymphatique périphérique. Il a choisi la circulation lymphatique de la tête.

Il a étudié tout d'abord la production de la lymphe de la circulation lymphatique périphérique pendant le repos physiologique, c'est-à-dire l'inaction, puis l'influence des variations de pression :

Variations locales avec vaso-dilatation passive et *abaissement de pression*, vaso-constriction active et *élévation de pression;* variations générales, avec élévation générale de la pression intra-vasculaire ou avec abaissement général de la pression par saignée abondante; variations par ligature artérielle et ligature veineuse.

Il a étudié ensuite l'influence du *travail physiologique total des tissus* sur cette élaboration de la lymphe, puis il a cherché à dissocier le travail, de façon à savoir quelle était la part qui revenait aux influences sécrétoires, et celle qu'il fallait accorder aux actions musculaires.

Il a étudié, enfin, l'influence du travail statique des tissus, l'influence du travail partiel avec abaissement général de la tension vasculaire périphérique.

Dans le domaine de la physiologie pathologique, il a recherché l'influence des injections intra-vasculaires de toxines à effets vasculaires opposés (toxines hypertensives et toxines hypotensives), et l'influence de l'ergotine dont l'action sur la musculature des vaisseaux est si bien connue.

De toutes ces recherches, et de données antérieurement acquises, il résulte :

1° Que la lymphe n'est pas un simple produit de transsudation du plasma sanguin à travers les capillaires, sous l'influence de la pression du sang;

2° Que l'élaboration de la lymphe sous l'influence des variations de la pression sanguine reste toujours faible;

3° Que la lymphe est surtout un produit d'élaboration des tissus, comparable à du plasma sanguin dépouillé de ses principes nutritifs;

4° Que sa formation est en rapport direct avec l'activité vitale de ces tissus;

5° Que l'appareil lymphatique périphérique représente, à un certain point de vue, un appareil d'excrétion.

En conséquence, votre Commission vous propose de partager le prix entre MM. **Camus** et **Moussu**.

PRIX LA CAZE (PHYSIOLOGIE).

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Guyon, Lannelongue, Laveran, Chauveau, Van Tieghem, Giard; d'Arsonval, rapporteur.)

Rapport sur les travaux de M. Charpentier.

Depuis 1877, époque où il publiait, sous la direction de Vulpian et en collaboration avec le regretté Couty, un Mémoire très original *Sur les effets cardio-vasculaires des excitations des sens,* M. **Charpentier** n'a cessé de doter la Science de faits nombreux, et son activité ne s'est pas relâchée un instant. Ses recherches ont porté principalement sur la Physiologie des sensations, sur les phénomènes visuels, sur l'Électricité physiologique. Vos *Comptes rendus,* dans plus de cinquante Communications, portent la trace de cette activité.

Votre Commission a retenu comme dignes de toute son attention, dans cette longue suite de travaux, ceux qui concernent la physiologie de la rétine. Dans ce domaine si délicat, illustré par des noms comme ceux de Chevreul, Plateau, Helmholtz, etc., M. Charpentier a fait preuve, depuis près de vingt-cinq ans, d'une ingéniosité expérimentale, d'une continuité d'efforts, d'une sûreté et d'une délicatesse d'analyse vraiment admirables.

Après les noms illustres que je viens de citer, il semblait qu'il n'y eût plus rien à glaner que des faits secondaires. La théorie d'Helmholtz était le noyau compact autour duquel semblaient se grouper tous les phénomènes visuels. M. Charpentier, à l'aide de nouvelles méthodes simples et d'instruments ingénieux, découvre en dehors de ce groupe toute une série de faits capitaux qui montrent sous un jour tout à fait neuf le jeu de la sensation lumineuse (¹).

(¹) Ses premières recherches (Thèse *sur la vision avec les diverses parties de la rétine,* 1877) ont été faites sous la direction de Landolt.

Au lieu de la simplicité quasi schématique qui semblait présider à l'action des rayons lumineux sur l'œil, l'auteur montre que le sens visuel est double, pour ainsi dire. Chaque espèce de lumière, simple ou multiple, produit dans l'œil une double réponse, et la sensation visuelle se compose en réalité de deux sensations superposées, qu'on n'arrive à dissocier que dans des conditions spéciales. L'une de ces sensations est commune à toute lumière, c'est la sensation blanche ou incolore, réponse banale du nerf optique; l'autre est une sensation généralement colorée, mais qui a, en tout cas, pour chaque espèce de lumière, des caractères spéciaux.

La première se produit très probablement par l'intermédiaire du pourpre rétinien, cette curieuse substance photochromique découverte dans l'œil par Boll et Kühne. Cette opinion, exprimée pour la première fois ici même par M. Charpentier en 1878, est aujourd'hui devenue classique, quoique l'auteur ne l'admette qu'avec certaines réserves.

Le second mode de sensibilité rétinienne, d'où résulte la notion de couleur, est moins facile à définir. M. Charpentier, au lieu de se contenter, comme Parinaud et, à sa suite, l'école allemande nouvelle, de localiser simplement cette perception dans les cônes (la première étant attribuée aux bâtonnets), cherche par de nouvelles expériences à en pénétrer le mécanisme.

L'idée qui se dégage de ses expériences est celle de l'existence dans le nerf optique d'une double série de vibrations se produisant à des phases inégales l'une par rapport à l'autre suivant les rayons excitateurs, et pouvant par leur superposition donner lieu à des phénomènes divers de mélange, d'addition, de neutralisation par interférence, dont chacun se traduit par une sensation colorée particulière.

Cette idée, poursuivie dans toutes ses conséquences par une série d'efforts successifs, permet à l'auteur de prévoir en grande partie les phénomènes tout à fait remarquables qu'il a découverts et décrits ici même dans le cours de ces dix dernières années.

Les expériences, très simples et relativement faciles à répéter, montrent que la lumière produit réellement des vibrations dans l'appareil visuel. On observe, dans des conditions définies, des oscillations de la sensation lumineuse; ces oscillations *se transmettent à distance*, comme tout phénomène analogue, vibration lumineuse, vibration sonore, mais ici le milieu de transmission est complexe, c'est l'appareil nerveux rétinien. Le plus curieux, c'est qu'elles ont un double mode de propagation et une double vitesse : dans l'un de ces modes, les oscillations parcourent un peu moins

de 2^{mm} par seconde dans toutes les directions à partir du point excité; suivant l'autre procédé, l'oscillation se transmet uniquement dans la direction de la tache jaune, et avec une vitesse environ 40 fois plus grande. Mais, chose importante, la fréquence est la même dans les deux modes, elle est voisine de 36 par seconde.

Cette oscillation rétinienne, observée en 1891, est le premier cas nettement démontré d'une vibration nerveuse. Est-ce un fait isolé ou, au contraire, l'activité nerveuse serait-elle toujours de nature vibratoire? Élargissant son cadre de recherches, M. Charpentier demande une nouvelle réponse au nerf moteur et à l'expérimentation objective. Par des excitations électriques unipolaires de plusieurs points du nerf, faites à des moments très voisins, il détermine dans ce nerf des ondes interférant entre elles, dont il mesure la fréquence, la longueur et la vitesse de propagation. Sans insister sur ce point, disons que la fréquence de l'oscillation est notablement plus grande dans le nerf moteur que dans la rétine. L'ondulation cérébrale découverte par André Broca et Ch. Richet est, au contraire, plus lente.

Quelle que soit la variété des rythmes dans le système nerveux, l'important était de mettre en évidence le phénomène rythmique lui-même, et c'est là que se manifeste la grande portée scientifique des recherches de M. Charpentier, qui, d'abord limitées à un point spécial d'optique physiologique, se sont peu à peu étendues et généralisées au point de constituer un ensemble éclairant d'un jour tout nouveau le fonctionnement du système nerveux.

Aussi votre Commission n'a-t-elle pas hésité à décerner à M. **Charpentier** le prix biennal de Physiologie, fondation La Caze.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE LAVOISIER.

Sur la proposition du Bureau, la Médaille Lavoisier est décernée à M. **Emil Fischer**, professeur de Chimie à l'Université de Berlin, Correspondant de l'Institut, pour l'ensemble de ses travaux et, en particulier, pour ceux qui sont relatifs à la *Synthèse des sucres*.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Armand Gautier, Moissan, Haller, Schlœsing; Troost, rapporteur.)

La Commission décide de partager le prix entre MM. **Albert Dormoy** et **L. Vaillard**, et d'attribuer un encouragement à M. **Halphen**.

M. **Dormoy**, directeur des Forges et Fonderies de Sougland (Aisne), a présenté un appareil pour l'émaillage mécanique des fontes sans dégagement de poussières.

On sait que la fonte émaillée, lorsqu'elle se fabrique en saupoudrant la fonte portée au rouge avec des émaux à base de plomb, est une cause très grave d'intoxication pour les ouvriers. M. Dormoy a réalisé un appareil industriel au moyen duquel cette opération se fait dans un espace clos supprimant d'abord toute cause de danger et produisant en même temps une plus grande régularité de travail et un émaillage de bonne qualité. M. **Dormoy**, en trouvant le moyen de supprimer les dangers de son industrie, a rendu un réel service aux ouvriers qui travaillent dans ses usines.

Votre Commission lui décerne une partie du prix Montyon (Arts insalubres) pour l'année 1901.

M. **L. Vaillard**, médecin principal de l'Armée, professeur au Val-de-Grâce, a présenté au concours du prix Montyon un Mémoire ayant pour titre : *Étude sur les conserves de viande*. Dans ce Travail, l'auteur s'est proposé de définir d'abord la nature des accidents que peuvent déterminer les conserves de viande, d'établir ensuite leurs causes différentes et d'indiquer enfin les moyens propres à les prévenir. Les faits rapportés résultent de plusieurs années de recherches au Laboratoire de Bactériologie du Val-de-Grâce et de plusieurs centaines d'expertises.

M. Vaillard étudie successivement les accidents qui se traduisent par une intoxication véritable et ceux qui proviennent d'une infection microbienne. Il discute l'origine des poisons organiques contenus dans certaines conserves et que la cuisson ne détruit pas.

Ses recherches établissent que 70 pour 100 en moyenne des conserves livrées à l'armée renferment, par suite d'une stérilisation trop tardive, ou insuffisamment prolongée, ou de l'emploi de viandes malades ou sur-

menées, des germes vivants. Ces germes, le plus souvent aérobies, sont aptes à provoquer des fermentations dangereuses dès que le contenu de la boîte est exposé à l'air.

M. **Vaillard**, en terminant, cherche à déduire, d'expériences minutieuses, méthodiquement et scientifiquement suivies, les conditions à réaliser pour obtenir des conserves de viande irréprochables destinées à l'armée et aux consommateurs en général.

Votre Commission lui décerne une partie du prix Montyon (Arts insalubres) pour l'année 1901.

La Commission accorde un encouragement à M. **Halphen**, à qui l'on doit un ensemble considérable de faits analytiques d'un grand intérêt pour l'hygiène.

Ses procédés ont été contrôlés et reconnus satisfaisants par de nombreux chimistes, tant en France qu'à l'étranger.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Cornu, Lœwy, Fouqué, Maurice Levy; Berthelot, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Baubigny**, pour ses travaux sur les poids atomiques.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Gautier, Moissan, Haller, Ditte; Troost, rapporteur.)

La Commission propose de partager le prix Cahours par parties égales entre MM. **Fosse** et **Grignard** qui se sont montrés zélés et habiles expérimentateurs et qui méritent d'être encouragés.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Perrier, Gaudry, Bouquet de la Grye, Filhol; Grandidier, rapporteur.)

Le R. P. **Stanislas Chevalier**, à qui votre Commission attribue le prix Tchihatchef, s'est consacré depuis 1883, époque à laquelle il est arrivé en

Chine, aux études météorologiques et astronomiques. Il a beaucoup contribué au développement de l'Observatoire de Zi-ka-Weï qui est situé à 6^{km} dans le sud-ouest de Changaï et à 30^{km} de la mer, et qui, comme l'on sait, rend de grands services à la Science. Cet Observatoire où l'on poursuit depuis 1872 d'importantes recherches sur la météorologie et le magnétisme terrestre et qui, chaque année, publie un gros volume relatant les nombreuses observations qui y sont faites, est, depuis la retraite de son fondateur, le P. Dechevrens, en 1888, sous la direction du P. Chevalier, auquel on doit de nombreux Mémoires sur les orages et les typhons, qui ont, avec raison, attiré l'attention du monde savant.

De novembre 1897 à mars 1898, il a fait un voyage dans le Se-Tchouen, remontant le Yang-tsë jusqu'à Ping-Chan, ville située à 2900^{km} de son embouchure. Ce fleuve, le *fleuve Bleu* comme on l'appelle en France, est navigable pour les grandes jonques jusqu'à Tchoung-King et pour les petites, jusqu'à Ping-chan; les Anglais avaient fait l'hydrographie du Bas-Yang-tsé, mais aucun effort sérieux n'avait été tenté pour franchir les rapides qui s'étendent en amont de Tchoung-King, quoique cette partie du fleuve traverse l'un des pays les plus riches et les plus peuplés de la Chine. Le P. Chevalier a comblé cette lacune regrettable et il a fait les levés nécessaires pour dresser à $\frac{1}{25000}$ la carte du Haut-Yang-tsé. L'atlas qui contient le résultat de ces levés comprend 64 feuilles. C'est un travail considérable qui s'appuie sur plus de mille observations astronomiques faites avec une grande exactitude et calculées suivant des méthodes rigoureuses; les nombreux sondages faits aux basses eaux et l'indication des roches qui émergent en font, en outre, un auxiliaire précieux pour la navigation.

La Commission du prix Tchihatchef a accordé à l'unanimité ce prix au P. **Stanislas Chevalier**.

PRIX JEAN REYNAUD.

(Commissaires : MM. Gaudry, Lannelongue, Cornu, Sarrau; Bouquet de la Grye, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Gabriel Lippmann**.

PRIX LECONTE.

(Commissaires : MM. Fouqué, Bouquet de la Grye, Darboux, Berthelot, Bouchard, Poincaré, Grandidier, Laussedat, Roux, Moissan; Janssen, rapporteur.)

L'Académie nous a chargés de lui présenter un Rapport sur l'attribution du prix Leconte qui doit être donné par elle cette année.

Votre Commission s'est réunie les 24 juin et 1[er] juillet et, après avoir examiné les titres des divers candidats, elle vous propose d'attribuer ce prix à M. **Foureau**, chef de la mission Foureau-Lamy, qui a traversé complètement pour la première fois, et scientifiquement, la région désertique qui s'étend du sud de nos possessions algériennes au lac Tchad, et comblé ainsi la dernière grande lacune qui existait dans nos connaissances du continent africain.

Sans doute, cette mémorable expédition scientifique et pacifique a eu des conséquences politiques et morales de la plus haute importance sur l'esprit des populations sahariennes qui nous étaient si hostiles jusqu'ici, surtout depuis la catastrophe de la mission Flatters. Mais, quelle que soit l'importance de ces résultats, nous n'avions pas à les considérer, et c'est le côté scientifique, lequel a formé le caractère exclusif de cette grande mission, ainsi que les résultats de cet ordre obtenus par elle qui ont retenu notre attention et déterminé notre choix.

Un aussi éclatant succès et des résultats aussi importants, obtenus après tant de tentatives infructueuses, ne peuvent s'expliquer que si l'on connaît la carrière de M. Foureau.

Celle-ci, en effet, nous montre combien cet explorateur, par ses études de tout genre et ses nombreux voyages, était admirablement préparé sous tous les rapports à la tâche finale qu'il a accomplie.

En effet, si nous nous reportons à la jeunesse de M. Foureau, nous voyons un jeune homme avide de l'histoire des grands explorateurs, rêvant déjà la gloire des découvertes géographiques et s'imposant la tâche d'acquérir toutes les connaissances, si variées, que doit posséder le voyageur scientifique, quand ce mot est entendu dans sa plus haute acception.

Bien avant l'époque où M. Foureau fut chargé de missions scientifiques, nous le voyons exécutant à ses frais de nombreux voyages dans les régions sud-algériennes et, par là, acquérant la connaissance de la topographie,

du climat, de la langue, du caractère, des populations, des régions qui devaient plus tard devenir le théâtre et le point de départ de ses grandes explorations.

C'est en 1890 que M. Foureau reçoit une première mission officielle du Ministère de l'Instruction publique pour le Tadeinayt, et, depuis cette époque jusqu'en 1897, nous comptons neuf missions du Ministère pour l'étude et l'exploration du Sahara.

Toutes ces missions, dans lesquelles l'auteur dresse des cartes sur données astronomiques, étudie la flore, le magnétisme, compose même un essai de catalogue des noms arabes et berbères de plantes, arbustes et arbres algériens et sahariens, sont suivies de rapports très complets, très consciencieux et très appréciés, adressés soit au Ministère de l'Instruction publique, à l'Académie des Inscriptions, à la Société de Géographie.

En résumé, pendant ces diverses missions, l'explorateur parcourait plus de 21 000^{km} dont plus de 9000^{km} levés à l'échelle de $\frac{1}{100000}$ en pays totalement inconnu et environ 5000^{km} levés à l'échelle de $\frac{1}{100000}$ en pays déjà entrevus.

Il observait et calculait deux cent quarante latitudes et deux cent vingt-quatre longitudes et faisait, en outre, de nombreuses observations de magnétisme.

Une préparation aussi complète et la connaissance qu'on avait déjà du caractère aussi prudent et politique qu'audacieux de M. Foureau était un gage assuré du succès.

Aussi, quand cet explorateur se proposa pour accomplir cette traversée du Sahara, fut-il accueilli avec pleine confiance et fit-on tous les efforts pour lui assurer les moyens de la réaliser.

Notre grande Société de Géographie, qu'on trouve toujours à la tête de toutes les entreprises de nature à faire avancer les sciences ou à faire honneur à la France, mit à sa disposition le magnifique legs Desorgeries. Le Ministère de l'Instruction publique, celui de la Guerre et le Gouvernement de l'Algérie apportèrent également leur contribution, en sorte que les moyens matériels étaient assurés.

Nous ne ferons pas ici le récit de cette mémorable expédition qui est dans toutes les mémoires.

Disons seulement, pour la résumer, que, par le courage, la prudence, l'habileté consommée déployée dans les rapports et la conduite avec ces terribles populations touaregs, si jalouses de leur indépendance, si avides de pillage, si portées à la mauvaise foi, le chef de mission a tracé le pro-

gramme et la conduite ultérieure à suivre dans nos rapports avec elles.

Et, si nous ajoutons que, pendant les péripéties d'une aussi longue et si dangereuse expédition, les observations scientifiques qui formaient avant tout le but de l'expédition n'ont jamais été négligées un seul instant, et que les observations de tous genres, astronomiques, météorologiques, magnétiques, géologiques, etc., etc., ont été régulièrement poursuivies, même au milieu des circonstances les plus critiques où l'existence même de la mission était mise en question, il faut avouer qu'il y a là des mérites et des services d'un ordre tout à fait exceptionnel.

Parmi les résultats d'ordre géographique obtenus par la mission, signalons, par exemple, cette constatation que la ligne de partage des eaux dans le grand désert, celle qui divise les deux bassins méditerranéen et atlantique, était placée d'une manière inexacte et qu'elle doit être rejetée très notablement vers le sud.

Signalons de plus ce fait encore plus important, à savoir celui de l'existence d'une chaîne de grandes dunes granitiques, laquelle créerait, pour être traversée par une voie ferrée, des difficultés considérables et nécessiterait des dépenses énormes.

Si donc on veut établir un chemin de pénétration de notre Algérie vers le Tchad et nos possessions du Congo, il sera absolument nécessaire d'en rejeter très notablement le tracé soit vers l'est, soit vers l'ouest de la région parcourue par l'expédition.

La mission a été également amenée à rectifier le tracé des bords du lac Tchad dans sa partie orientale.

Elle a constaté en effet que, de ce côté, un promontoire important s'avance dans le lac, circonstance qui aura des conséquences heureuses pour la navigation du lac.

En résumé, Messieurs, votre Commission, prenant en considération, d'une part, le grand résultat obtenu, à savoir la traversée et l'exploration scientifiques d'une immense région qui jusqu'ici nous était fermée et inconnue et l'importance de cette exploration pour nos possessions africaines et pour la géographie de l'Afrique, dont elle fait disparaître la dernière grande lacune, et considérant, en outre, combien cette belle et héroïque expédition, conduite toute pacifiquement et exclusivement au point de vue scientifique, fait honneur à la France, votre Commission vous propose de décerner le prix Leconte à M. F. **Foureau**, chef de cette mission.

Cette conclusion est approuvée par l'Académie.

PRIX JANSSEN.

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy, Radau, Wolf, Grandidier; Janssen, rapporteur.)

Votre Commission vous propose, pour honorer d'une manière exceptionnelle la mission saharienne, de décerner la médaille d'or Janssen à M. **Foureau**, chef de la mission.

Elle demande également d'attribuer trois médailles de vermeil offertes également par M. Janssen à :

M. **Noël Villatte**, secrétaire de M. Foureau. M. Villatte a collaboré aux observations astronomiques et calculé ces observations en cours de route, ce qui fut précieux pour éclairer la mission sur la route à tenir. M. Villatte a en outre pris part aux observations météorologiques qu'il était chargé d'enregistrer chaque jour. Il a montré un très grand zèle, une grande application et une longue habitude des instruments.

M. le lieutenant **E. Verlet-Hanus**, lieutenant de Tirailleurs.

M. Verlet a collaboré aux levés topographiques de l'itinéraire et en a dressé une carte générale qui est en cours d'exécution.

M. le lieutenant d'Artillerie de Marine **A. Pineton de Chambrun**.

M. de Chambrun a très habilement collaboré aux observations astronomiques, notamment par des observations de hauteurs de la Lune et d'étoiles pendant toute la durée du voyage.

Cette collaboration précieuse justifie pleinement l'attribution de la médaille qui lui est décernée.

Ces propositions sont adoptées par l'Académie.

PRIX PETIT D'ORMOY (SCIENCES MATHÉMATIQUES).

(Commissaires : MM. Appell, Picard, Poincaré, Maurice Levy; Jordan, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **Gabriel Kœnigs** pour l'ensemble de ses travaux de Géométrie et de Mécanique.

PRIX PETIT D'ORMOY (SCIENCES NATURELLES).

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Perrier, Fouqué, Giard; Filhol, rapporteur.)

La Commission, après avoir examiné les travaux des divers candidats, propose à l'Académie, à l'unanimité, de décerner le prix Petit d'Ormoy à M. **Bouvier**, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

M. Bouvier a tout d'abord appartenu à l'enseignement primaire; passionné pour les Sciences naturelles, qu'il cultivait depuis le jeune âge, il a abandonné sa position modeste, mais sûre, pour se livrer à ses études favorites et suivre les cours de l'Université de Paris : simple boursier du Muséum, il y a vingt ans, il acquit rapidement ses diplômes de licence, obtint le premier rang au concours d'agrégation des lycées, subit les épreuves du doctorat ès sciences avec une thèse restée classique, fut reçu, au concours, agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris et, il y a six ans, devint enfin Professeur de Zoologie au Muséum.

C'est par une volonté tenace, un labeur consciencieux, une persistance admirable dans l'effort, un jugement sûr et un grand esprit de méthode que M. Bouvier est parvenu à surmonter les obstacles qu'il a rencontrés et à remplir une belle carrière scientifique. Les nombreux travaux dont il est l'auteur portent tous la marque de ses qualités et en sont le résultat indéniable : remarquables avant tout par leur enchaînement et par leur clarté, ils se prêtent à merveille, suivant les cas, aux besoins de l'enseignement ou aux nécessités de la discussion, car ils sont le fruit d'observations rigoureuses et comportent des conclusions très précises. Au point de vue des résultats, le principal mérite de l'œuvre de M. Bouvier est d'avoir montré la fécondité de la méthode comparative lorsqu'on sait la vivifier par les doctrines de l'évolution. Il est relativement facile, en Histoire naturelle, de mettre en évidence des faits nouveaux, mais le plus souvent la Science ne se contente pas de si peu : elle recherche l'origine de ces faits, établit leur enchaînement, prévoit leur portée et s'en sert comme d'une base pour s'élever à des progrès nouveaux. M. Bouvier doit posséder le sens très vif de ces exigences scientifiques; en tous cas, il a démontré largement que la méthode comparative convient à merveille pour les satisfaire.

Les travaux de M. Bouvier sur les Mollusques sont remarquables entre tous par l'esprit de méthode suivant lequel ils ont été conçus. Ils débutent

par un important Mémoire qui, renversant l'édifice laborieusement construit par M. Jhéring, établit une fois pour toutes l'unité d'un ordre fort étendu, celui des Prosobranches ou Gastéropodes unisexués. Il est suivi par une série de recherches démontrant sans conteste que les Gastéropodes hermaphrodites appartiennent au même type primordial que les premiers, qu'ils s'y rattachent par des formes géologiquement très anciennes (les Actéons) et qu'ils en dérivent par une détorsion progressive qui masquait leurs affinités. Après cette constatation, il ne restait plus rien des idées phylogénétiques de M. Jhéring, acceptées par la plupart des zoologistes à cette époque. M. Bouvier poussa plus loin ses recherches. Ayant établi l'unité de la classe des Gastéropodes, il s'efforça d'en retrouver l'origine. Il étudia dans ce but, avec Henri Fischer, les Prosobranches archaïques du genre *Pleurotomaria* et arriva à cette conclusion que les Gastéropodes sont issus des Amphineures chitonidiens. Ainsi, en trois étapes successives, se trouva esquissée, dans ses grandes lignes, l'histoire évolutive d'une des grandes classes du règne animal.

Les recherches de M. Bouvier sur les Crustacés décapodes ne sont pas moins suggestives. Utilisant à la fois l'anatomie et la morphologie, comme dans ses travaux sur les Mollusques, il montre que les Anomoures forment un groupe terminus au même titre que les Brachyures ou Crabes, qu'ils ne relient par ces derniers aux Macroures, mais qu'ils dérivent comme eux des Homariens jurassiques et que certaines de leurs formes primitives sont encore représentées aujourd'hui dans les abysses de nos mers. Il établit que la forme cancérienne est le terme évolutif vers lequel paraît conduire l'adaptation chez les Crustacés décapodes, que cette forme se manifeste plus ou moins dans les trois sous-ordres du groupe, mais que c'est là le résultat d'une convergence purement extérieure et qu'il n'y a rien de commun, au fond, entre les vrais Crabes et les nombreux Anomoures devenus cancériens. Il suit de la même manière les effets de l'adaptation sur les organes intérieurs et, par ce procédé, met clairement en évidence l'origine des transformations anatomiques qui permettent à certains Décapodes anomoures ou brachyures de quitter le milieu aquatique pour vivre sur le sol.

Le caractère et la portée des travaux de M. Bouvier se manifestent avec une évidence encore plus grande dans la longue série de recherches qu'il a consacrées à la classe des Péripates, rattachant les Vers annelés aux Arthropodes. Grâce à lui, on entrevoit maintenant l'histoire évolutive de ces êtres énigmatiques et la direction des études qu'il faudra entreprendre

pour la compléter. Les Péripates dérivent vraisemblablement d'Annélides polychètes devenus vivipares en s'adaptant à la vie terrestre; leurs formes les plus primitives se trouvent dans l'Amérique tropicale où elles sont représentées par un nombre considérable d'espèces à œufs très petits et à embryons placentés. A mesure qu'on s'éloigne de cette région apparaissent des types à évolution plus avancée : le nombre des segments du corps se réduit et se fixe, les pattes se perfectionnent pour la marche, les restes d'appareils branchiaux s'atrophient, le temps de la reproduction se limite à une période précise, les œufs augmentent de volume, le placenta se détache puis disparaît, et l'on arrive de la sorte aux espèces vivipares que M. Deudy a récemment trouvées dans la région australienne. Le retour à l'oviparité, avec de gros œufs, paraît être le but de cette marche évolutive qui est, pour une grande part, le résultat de l'adaptation à la vie terrestre.

M. Bouvier a la conviction que la méthode comparative, envisagée comme il la comprend, peut être aussi féconde dans les recherches d'éthologie, et il en a donné la preuve en faisant la monographie biologique des Guêpes prédatrices du genre *Bembex* et en étudiant les variations de l'instinct chez les Philanthes. C'est un début heureux, qui nous fait bien augurer de l'avenir de semblables investigations.

Telles sont les quatre directions principales suivant lesquelles M. Bouvier a orienté ses recherches, mais cela ne constitue, en réalité, qu'une partie de son œuvre scientifique. On lui doit des observations intéressantes sur la circulation des Mammifères aquatiques, sur le système nerveux des Limules, sur l'organisation et l'éthologie des Amphiboles et des Ampullaires, sur l'origine de l'asymétrie chez les Gastéropodes (en collaboration avec P. Fischer), sur le commensalisme des Vers et des Polypes, enfin des ouvrages volumineux et de premier ordre sur la systématique et la distribution des Crustacés.

Ces derniers sont, pour une part, le fruit d'une collaboration de dix années avec A. Milne-Edwards; ils ont pour objet essentiel l'étude des collections abyssales recueillies par les expéditions américaines, françaises et monégasques, et renferment, de ce fait, une accumulation singulièrement riche de matériaux scientifiques. Cette œuvre de longue haleine est loin d'être achevée; elle s'enrichira sous peu de deux volumes qui s'impriment actuellement en Amérique et, quelques années plus tard, de trois autres actuellement en préparation. Peu de zoologistes auraient osé entreprendre une tâche semblable. Ce qui a fait le succès de M. Bouvier c'est sa puissance dans le travail, son esprit de méthode et sa remarquable pers-

picacité scientifique. En présence de cette belle vie de labeur, des résultats considérables qui en ont résulté pour l'avancement des Sciences naturelles, votre Commission n'a pas hésité à vous proposer, à l'unanimité, M. **Bouvier** comme lauréat de l'année 1901.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Berthelot, Poincaré, Bouquet de la Grye, Fouqué; Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Guichard**, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand, pour l'ensemble de ses travaux de Géométrie.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Berthelot, Mascart, Fouqué, Poincaré; Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **A. Ponsot**.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Sarrau, Berthelot, Maurice Levy, Léauté; Haton de la Goupillière, rapporteur.)

La Commission du prix Trémont décerne ce prix, pour l'année 1901, à M. **Frémont**, ingénieur mécanicien, pour l'ensemble de ses travaux, et tout spécialement pour ceux qui sont relatifs à la fragilité des métaux et aux essais de résistance par le choc.

PRIX DU BARON DE JOEST.

(Commissaires : MM. Berthelot, Bouquet de la Grye, Fouqué, Maurice Levy; Darboux, rapporteur.)

Le prix est partagé entre M. l'abbé **Verschaffel**, directeur de l'observatoire d'Abbadia, et M. **Saint-Blancat**, astronome à l'observatoire de Toulouse, pour les séries de leurs belles observations astronomiques.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Japiot**, entré, en qualité d'Élève Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est décerné à MM. **Japiot** et **Guillaume**, entrés les deux premiers en qualité d'Élèves Ingénieurs à l'École nationale des Mines; et MM. **Pellarin** et **Ott**, entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1902, 1903, 1904, 1905 ET 1906.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1902.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour le grand prix des Sciences mathématiques de 1902, la question suivante :

Perfectionner, en un point important, l'application de la théorie des groupes continus à l'étude des équations aux dérivées partielles.

Les Mémoires manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er octobre 1902; ils seront accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1902.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis de nouveau au Concours, pour le prix Bordin de 1902, la question suivante :

Développer et perfectionner la théorie des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution.

Le prix est de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1902; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX FRANCOEUR.

Ce *prix annuel,* de *mille francs,* sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET.

Ce *prix annuel,* d'une valeur de *deux mille francs,* est destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Poncelet, en fondant ce prix,

s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique annuelle.

PRIX MONTYON (MÉCANIQUE).

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *sept cents francs*, est fondé en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

PRIX PLUMEY.

Ce prix, de *deux mille cinq cents francs*, est destiné à récompenser « l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur ». Il sera décerné au travail le plus important qui sera soumis à l'Académie sur ces matières.

PRIX FOURNEYRON.

Une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français a été léguée à l'Académie, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

L'Académie met de nouveau au concours pour sujet du prix Fourneyron, qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1903, la question suivante :

Étude théorique ou expérimentale des turbines à vapeur.

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1903.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN.

Mme veuve *Guzman* a légué à l'Académie des Sciences unesomme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix qui portera le nom de *prix Pierre Guzman*, en souvenir de son fils, et sera décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que la planète Mars.

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne serait pas décerné tout de suite, la fondatrice a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que les intérêts du capital, cumulés pendant cinq années, formassent un prix, toujours sous le nom de *Pierre Guzman*, qui serait décerné à un savant français ou étranger, qui aurait fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Le *prix quinquennal*, représenté par les intérêts du capital, sera décerné, s'il y a lieu, pour la première fois en 1905.

PRIX LALANDE.

Ce prix, d'une valeur de *cinq cent quarante francs*, doit être attribué *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie. Il sera décerné dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

PRIX DAMOISEAU.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1902, la question suivante :

Compléter la théorie de Saturne donnée par Le Verrier, en faisant connaître les formules rectificatives établissant l'accord entre les observations et la théorie.

Le prix sera de *quinze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1902.

PRIX VALZ.

Ce prix, d'une valeur de *quatre cent soixante francs*, sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Ce *prix biennal*, qui consiste en une médaille d'or, destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1902.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

Un généreux anonyme a offert à l'Académie une somme de *quinze cents francs*, destinée à encourager les calculateurs de petites planètes, spécialement de celles découvertes à l'observatoire de Nice. La Section d'Astronomie est chargée de trouver le meilleur emploi de cette somme.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT.

Ce prix biennal, d'une valeur de *huit cents francs*, fondé par Mme Vve *de Barrère*, fille du savant astronome, est destiné à encourager les recherches de *Mécanique céleste*. Il sera décerné pour la première fois, s'il y a lieu, à la Séance publique de 1903.

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION.

PRIX BINOUX.

Ce prix annuel, de *trois mille francs*, sera attribué alternativement à des recherches sur la *Géographie* ou la *Navigation* et à des recherches sur l'*Histoire des Sciences*.

Ce prix sera décerné, pour la première fois, en 1902, à l'auteur de travaux sur la Géographie ou la Navigation.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.

Ce prix annuel, d'une valeur de *mille francs*, est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX L. LA CAZE.

M. Louis La Caze a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-
» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs*
» *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences,* en priant ce corps savant
» de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon
» décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage
» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers
» pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la
» somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'*Aca-*
» *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie,* que je
» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-*
» *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie,* distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. *Les étrangers pourront*
» *concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données en*
» *totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes*. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix,* en Europe et peut-
» être ailleurs, une série continue de recherches sur les Sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par l'*Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

L'Académie décernera, dans sa séance publique de l'année 1903, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie,* de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 1142 et 1152.)

PRIX GASTON PLANTÉ.

Ce *prix biennal* sera attribué, d'après le jugement de l'Académie, à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, le prix Gaston Planté dans sa séance annuelle de 1903.

Le prix est de *trois mille francs*.

PRIX HUGHES.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux mille cinq cents francs*, est destiné à récompenser une découverte originale dans les Sciences physiques. Il sera décerné pour la première fois en 1903.

PRIX KASTNER-BOURSAULT.

Ce *prix triennal*, d'une valeur de *deux mille francs*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1904, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON (STATISTIQUE).

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Ce prix annuel est de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *dix mille francs*, est destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

L'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1140.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.

M[me] V[ve] Delesse a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs*, destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans*, s'il y a lieu, à l'auteur, *français ou étranger*, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Le prix Delesse, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné dans la séance publique de l'année 1903.

PRIX FONTANNES.

Ce prix sera décerné, *tous les trois ans*, *à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*.

L'Académie décernera le prix Fontannes en 1902.

Le prix est de *deux mille francs*.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

Par un testament, en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours pour sujet du prix Gay, qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1902, la question suivante :

Progrès réalisés au XIXe siècle dans l'étude et la représentation du terrain.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1902.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1903.)

Le prix sera attribué à l'auteur d'un travail ayant pour but la détermination, aussi précise que possible, d'une série de positions géographiques dans une des colonies françaises.

Ce prix est de *deux mille cinq cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1903.

BOTANIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

L'Académie met au concours, pour l'année 1903, la question suivante :

Rechercher et démontrer les divers modes de formation et de développement de l'œuf chez les Ascomycètes et les Basidiomycètes.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1903.

PRIX BORDIN.

L'Académie met au concours, pour l'année 1903, la question suivante :

Démontrer, s'il y a lieu, par l'étude de types nombreux et variés, la généralité du phénomène de la double fécondation, ou digamie, c'est-à-dire de la formation simultanée d'un œuf et d'un trophime, chez les Angiospermes.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires manuscrits destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1903; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX DESMAZIÈRES.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *seize cents francs*, sera décerné « à » l'auteur, *français ou étranger*, du meilleur ou du plus utile écrit, publié » dans le courant de l'année précédente, sur tout ou partie de la Crypto- » gamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique.*

L'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1902, les prix Montagne, qui seront ou pourront être, l'un de *mille francs*, l'autre de *cinq cents francs*, aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

Les concurrents devront être *Français* ou *naturalisés Français.*

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ.

Ce prix sera décerné « *tous les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique* » *sur le nord de la France,* c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du* » *Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix, dont la valeur est de *neuf cents francs,* sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1904, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux cents francs*, sera décerné « à » l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe » (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur » les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 1147.)

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1903, au meilleur travail sur les Cryptogames cellulaires d'Europe.

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES.

Ce *prix décennal,* d'une valeur de *dix-sept cents francs,* sera décerné dans la séance annuelle de 1903, à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture de France.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir
» de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je
» lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie,
» *vingt mille francs,* au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny,
» ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour
» l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les
» jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du
» Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans
» vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Ce prix annuel est de *quinze cents francs.*

PRIX VAILLANT.

(Question proposée pour l'année 1902.)

L'Académie a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans.* Elle a mis au concours, pour l'année 1902, la question suivante :

Étude de la faune d'une île antarctique de l'océan Indien.

Le prix est de *quatre mille francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin de l'année 1902.

PRIX DA GAMA MACHADO.

L'Académie décernera, *tous les trois ans,* le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix est de *douze cents francs.*

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1903.

PRIX THORE.

Voir page 1145.

Ce prix, d'une valeur de *deux cents francs,* sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1902, au meilleur travail sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, il sera décerné, tous les ans, un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir.*

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

PRIX BARBIER.

Ce prix annuel, d'une valeur de *deux mille francs*, sera décerné à « celui qui fera une découverte précieuse dans les *Sciences chirurgicale,* » *médicale, pharmaceutique,* et dans la *Botanique ayant rapport à l'art de* » *guérir* ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1902.

PRIX BRÉANT.

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *mille francs*, sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté au prix de l'année suivante. »

PRIX SERRES.

Ce *prix triennal* « *sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible* » *à la Physiologie et à la Médecine* » sera décerné en 1902 par l'Académie au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Le prix est de *sept mille cinq cents francs*.

PRIX CHAUSSIER.

Ce prix sera décerné *tous les quatre ans* au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans la séance annuelle de 1903, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

PRIX PARKIN.

Ce *prix triennal* est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus » particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans » le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;

» 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies » épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des » ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand » ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro- » pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois » mois qui suivront l'attribution du prix;

» 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra- » vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un » travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix dans sa séance publique de 1897, attribuera ce prix triennal, en l'année 1903, *à un travail sur le dernier desdits sujets*, conformément au vœu du testateur.

Le prix est de *trois mille quatre cents francs*.

PRIX BELLION, FONDÉ PAR Mlle FOEHR.

Ce *prix annuel* sera décerné aux savants « *qui auront écrit des Ouvrages* » *ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amé-* » *lioration de l'espèce humaine* ».

Le prix est de *quatorze cents francs*.

PRIX MÈGE.

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner* » *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les causes qui* » *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-* » *quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragements des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Mège, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1902.

PRIX DUSGATE.

Ce *prix quinquennal*, d'une valeur de *deux mille cinq cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1905, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX LALLEMAND.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *dix-huit cents francs*, est destiné à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

PRIX DU BARON LARREY.

Ce prix sera décerné *annuellement* à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

Le prix est de *mille francs*.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

L'Académie décernera *annuellement* un prix de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1140.

PRIX POURAT.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1902, la question suivante :

Étude comparative du mécanisme de la respiration chez les Mammifères.

Le prix est de *quatorze cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1902.

PRIX POURAT.

(Question proposée pour l'année 1903.)

La question mise au concours pour le prix Pourat, en 1903, est la suivante :

Action des courants de haute fréquence sur les phénomènes de la vie.

Le prix est de *quatorze cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1903.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

Ce *prix biennal*, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique annuelle de 1902.

PRIX PHILIPEAUX.

Ce *prix annuel* de Physiologie expérimentale, de la valeur de *huit cent quatre-vingt-dix francs*, sera décerné dans la prochaine séance publique.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER.

L'Académie, dans sa séance du 26 novembre 1900, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie de Lavoisier.

Cette médaille sera décernée par l'Académie, aux époques que son Bureau jugera opportunes, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Dans le cas où les arrérages accumulés dépasseraient le revenu de deux années, le surplus pourrait être attribué, par la Commission administrative, à des recherches ou à des publications originales relatives à la Chimie.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

Il sera décerné chaque année un ou plusieurs prix aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX WILDE.

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie des Sciences d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*, qui a été convertie en rente 3 pour 100 sur l'État français. Les arrérages de ladite rente sont consacrés à la fondation à perpétuité d'un *prix annuel* de *quatre mille francs*, qui porte le nom de *Prix Wilde*.

Ce prix est décerné chaque année par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remonte à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

PRIX TCHIHATCHEF.

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement une* » *récompense ou un encouragement aux naturalistes* de *toute nationalité* qui » se seront le plus distingués dans l'exploration du continent asiatique » (ou îles limitrophes), notamment des régions les moins connues et, en » conséquence, à l'exclusion des contrées suivantes : Indes britanniques, » Sibérie proprement dite, Asie Mineure et Syrie, contrées déjà plus ou » moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques ou mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Lorsque l'Académie ne croira pas être dans le cas d'accorder une ré- » compense ou un encouragement, soit partiellement, soit intégralement, » le montant ou le restant des intérêts annuels de la susdite somme seront » ajoutés à ceux de l'année ou des années subséquentes jusqu'à l'époque » où l'Académie jugera convenable de disposer de ces intérêts, soit *à titre* » *de récompense* pour des travaux accomplis, soit pour en faciliter l'entre- » prise ou la continuation.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes et non des » œuvres de simple érudition. »

L'Académie décernera le prix Tchihatchef, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1902.

Le prix est de *trois mille francs*.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Ce *prix biennal,* d'une valeur de *mille francs,* sera décerné en 1902 « *au* » *voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de* » *services à la France ou à la Science* ».

PRIX JÉROME PONTI.

Ce *prix biennal,* de la valeur de *trois mille cinq cents francs,* sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1902.

PRIX HOULLEVIGUE.

M. Stanislas Houllevigue a légué à l'Institut *cinq mille francs* de rentes 3 pour 100, à l'effet de fonder un *prix annuel* qui portera son nom et sera décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie des Sciences décernera le prix Houllevigue dans la séance publique annuelle de 1902.

PRIX CAHOURS.

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs.*

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués *chaque année,* à titre d'encouragement, à des jeunes gens

qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Le prix est de *trois mille francs*.

PRIX SAINTOUR.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *trois mille francs*, dans sa séance annuelle de 1902.

PRIX TRÉMONT.

Ce prix, d'une valeur *annuelle* de *onze cents francs*, est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

L'Académie, dans sa séance publique annuelle, accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout *savant, ingénieur, artiste* ou *mécanicien* qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *trois mille huit cents francs*, est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Ce *prix,* qui est *annuel* et dont la valeur est de *deux mille cinq cents francs,* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les n[os] 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

PRIX CUVIER.

Ce prix est décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le Règne animal, soit sur la Géologie.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le prix *Cuvier,* dans sa séance publique annuelle de 1903, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1901 jusqu'au 1er juin 1903.

Le prix est de *quinze cents francs.*

PRIX PETIT D'ORMOY.

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

L'Académie décernera les prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1903.

PRIX BOILEAU.

Ce *prix triennal,* d'une valeur de *treize cents francs,* est destiné à récompenser les recherches sur les mouvements des fluides, jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'Hydraulique.

A défaut, la rente triennale échue sera donnée, à titre d'encouragement, à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau dans sa séance annuelle de 1903.

PRIX ESTRADE-DELCROS.

M. Estrade-Delcros, par son testament en date du 8 février 1876, a légué toute sa fortune à l'Institut. Le montant de ce legs devra être partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, *tous les cinq ans*, un prix sur *le sujet que choisira chaque Académie*.

Ce prix, de la valeur de *huit mille francs*, sera décerné par l'Académie des Sciences, dans sa séance publique de 1903.

Ce prix ne peut être partagé.

PRIX BINOUX.

Ce prix alternatif sera décerné, en 1903, à l'auteur de travaux sur l'*Histoire des Sciences*.

Le prix est de *trois mille francs*.

Voir page 1139.

PRIX LECONTE.

Ce prix, d'une valeur de *cinquante mille francs*, doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité* :

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;
2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, dans sa séance annuelle de 1904.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER.

Le prix Jean-Jacques Berger, de la valeur de *quinze mille francs*, à décerner successivement par les cinq Académies à l'OEuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris, sera attribué, par l'Académie des Sciences, en 1904.

PRIX ALHUMBERT.

Ce prix quinquennal, d'une valeur de *mille francs*, est destiné à récompenser les Mémoires sur des questions particulières propres à compléter l'ensemble de nos connaissances.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1905.

PRIX JEAN REYNAUD.

Mme Vve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un *prix annuel* qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire, ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1906.

PRIX BARON JOEST.

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, sera attribué à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

Ce prix, de la valeur de *deux mille francs,* sera décerné par l'Académie des Sciences dans sa séance publique de 1906.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les Ouvrages destinés aux divers concours de l'Académie doivent être directement adressés par les auteurs au Secrétariat de l'Institut, avec une lettre constatant l'envoi et indiquant le concours pour lequel ils sont présentés.

Les Ouvrages imprimés doivent être envoyés au nombre de deux exemplaires.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que la clôture de chaque concours serait fixée au *premier juin* de l'année dans laquelle doit être jugé ce concours.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **GASTON DARBOUX**, Secrétaire perpétuel, lit l'Éloge historique de **JOSEPH-LOUIS-FRANÇOIS BERTRAND**, Membre de l'Institut.

M. B. et G. D.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 16 DÉCEMBRE 1901.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1901.

GÉOMÉTRIE.

MÉCANIQUE.

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

STATISTIQUE.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1902, 1903, 1904, 1905 *et* 1906.

ÉCONOMIE RURALE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

PRIX GÉNÉRAUX.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1902, 1903, 1904, 1905 ET 1906.

1902

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Perfectionner en un point important l'application de la théorie des groupes continus à l'étude des équations aux dérivées partielles.

PRIX BORDIN. — Développer et perfectionner la théorie des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution.

PRIX FRANCŒUR. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

PRIX PIERRE GUZMAN. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que Mars.

A défaut de ce prix, les intérêts cumulés pendant cinq ans seront attribués, en 1905, à un savant qui aura fait faire un progrès important à l'Astronomie.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX VALZ. — Astronomie.

PRIX DAMOISEAU. — Compléter la théorie de Saturne donnée par Le Verrier, en faisant connaître les formules rectificatives établissant l'accord entre les observations et la théorie.

PRIX JANSSEN. — Astronomie physique.

PRIX BINOUX. — Géographie ou Navigation.

PRIX HÉBERT. — Décerné à l'auteur du meilleur traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

PRIX FONTANNES. — Ce prix sera décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

PRIX GAY. — Progrès réalisés au XIXe siècle dans l'étude et la représentation du terrain.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX THORE. — Décerné aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX VAILLANT. — Étudier la faune d'une île antarctique de l'Océan Indien.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX BELLION, fondé par Mlle Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

PRIX MÈGE. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du Dr Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

PRIX DU BARON LARREY. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.

PRIX PHILIPEAUX. — Physiologie expérimentale.

PRIX SERRES. — Décerné au meilleur Ouvrage sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

PRIX POURAT. — Étude comparative du mécanisme de la respiration chez les Mammifères.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE. — Physiologie thérapeutique.

MÉDAILLE ARAGO. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER. — Cette médaille sera décernée par l'Académie tout entière, aux époques que son Bureau jugera opportunes, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

PRIX MONTYON. — Arts insalubres.

PRIX H. WILDE.

PRIX CAHOURS. —Décerné, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX TCHIHATCHEF.— Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

PRIX JÉROME PONTI.

PRIX HOULLEVIGUE.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

PRIX SAINTOUR.

PRIX GEGNER. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

PRIX TRÉMONT. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

PRIX LAPLACE. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX RIVOT. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

1903

PRIX FOURNEYRON. — Etude théorique ou expérimentale sur les turbines à vapeur.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT. — Destiné à encourager les recherches de Mécanique céleste.

PRIX LA CAZE. — Décernés aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physiologie, de la Physique et de la Chimie.

PRIX GASTON PLANTÉ. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

PRIX HUGHES. — Destiné à récompenser une découverte originale dans les Sciences physiques.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Rechercher et démontrer les divers modes de formation et de développement de l'œuf chez les Ascomycètes et les Basidiomycètes.

PRIX BORDIN. — Démontrer, s'il y a lieu, par l'étude de types nombreux et variés, la généralité du phénomène de la double fécondation, c'est-à-dire de la formation simultanée d'un œuf et d'un trophime, chez les Angiospermes.

PRIX THORE. — Botanique.

PRIX GAY. — Le prix sera attribué à l'auteur d'un Travail ayant pour but la détermination, aussi précise que possible, d'une série de positions géographiques dans une des Colonies françaises.

PRIX DELESSE. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX CUVIER. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

PRIX BIGOT DE MOROGUES. — Agriculture.

PRIX DA GAMA MACHADO. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

PRIX PARKIN. — Destiné à récompenser des recherches sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.

PRIX CHAUSSIER. — Sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

PRIX POURAT. — Action des courants de haute fréquence sur les phénomènes de la vie.

PRIX PETIT D'ORMOY. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

PRIX BOILEAU. — Hydraulique.

PRIX ESTRADE-DELCROS.

PRIX BINOUX. — Histoire des Sciences.

1904

Prix Kastner-Boursault. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

Prix de la Fons-Mélicocq. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

Prix Lecomte. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

Prix J.-J. Berger. — Décerné à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris.

1905

Prix Dusgate. — Décerné au meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Prix Alhumbert. — Décerné à des Mémoires sur des questions particulières propres à compléter l'ensemble de nos connaissances.

1906

Prix Jean Reynaud. — Décerné à l'auteur du Travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

Prix Baron de Joest. — Décerné à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 décembre 1901.

Le Jubilé Berthelot. (*Rev. générale de Chimie pure et appliquée,* t. IV, n° 22.) Paris, 1 fasc. in-8°.

Traité de Chimie agricole, par P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut. *Développement des végétaux, terre arable, amendements et engrais;* 2e éd. revue et augmentée. Paris, Masson et Cie, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Nouveau Dictionnaire des Sciences et de leurs applications, par MM. Paul Poiré, Edmond Perrier, Membre de l'Institut, Remy Perrier, Alex. Joannis, avec la collaboration d'une réunion de Savants, de Professeurs et d'Ingénieurs; t. I. *A.-G.* Paris, Charles Delagrave, s. d.; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Edm. Perrier. Hommage des Auteurs.)

Leçons sur la théorie des gaz, par L. Boltzmann, traduites par A. Gallotti, avec une *Introduction et des Notes* de M. Brillouin; 1re partie. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Poincaré.)

Les maladies infectieuses, par G.-H. Roger, avec 117 figures dans le texte. Paris, Masson et Cie, 1902; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. Léon Vaillant; mai 1900. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°.

Ego sum, por Antonio de Magrina. Tarragone, 1901; 1 fasc. in-16.

Twenty-first Annual Report of the United States Geological Survey to the secretary of the Interior 1899-1900 : Part I. *Director's report, including triangulation, primary traverse and spirit leveling;* Part VI. *Mineral resources of the United States,* 1899 *metallic products, coal, and coke;* Part VI (continued). Washington, 1900-1901; 3 vol. in-4°.

Annali della Regia Scuola Superiore di Agricoltura in Portici; Serie seconda, vol. II. Portici, 1901; 1 vol. in-8°.

Travaux de la Section géologique du Cabinet de Sa Majesté (Ministère de la Maison de l'Empereur); t. IV. Saint-Pétersbourg, 1901; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 9 décembre 1901.)

Note de M. *A. Mossé,* Effets salutaires de la pomme de terre, etc. :

Page 1022, ligne 12, *au lieu de* désavantageuse quand, dans..., *lisez* désavantageuse. Dans...

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 DÉCEMBRE 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les périodes des intégrales doubles.* Note de M. ÉMILE PICARD.

« Je me suis occupé, dans les *Comptes rendus* du 18 novembre, des périodes des intégrales doubles dans la théorie des fonctions algébriques de deux variables, et dans la dernière séance M. Poincaré a fait connaître les résultats auxquels il était parvenu dans l'étude de la connexion à deux dimensions des surfaces algébriques.

» Je désirerais présenter quelques remarques sur la nature des périodes des intégrales doubles que j'ai envisagées. Mon point de départ a été la considération de périodes particulières correspondant à des cycles linéaires

que laissent invariables certaines transformations. Renvoyant pour les notations à mon précédent article, j'ai été ainsi conduit à des périodes de la forme

$$(1) \qquad \sum_{i=1}^{i=s} m_i \int_{b_i}^{a} \Omega_i(y)\,dy \qquad (\text{les } m \text{ entiers}),$$

les Ω étant des fonctions parfaitement définies de y satisfaisant à l'identité

$$(2) \qquad \sum_{i=1}^{i=s} m_i \Omega_i(y) = 0.$$

Mon attention avait été ainsi portée sur certaines expressions de la forme (1), correspondant à une identité de la forme (2). La question se posait alors de savoir si *toutes* les expressions (1) [en supposant satisfaite l'identité (2)] étaient des périodes de l'intégrale double. J'ai répondu (*loc. cit*, § 4) qu'il *en est bien effectivement ainsi*, et j'ai annoncé qu'on pouvait construire un continuum fermé à deux dimensions conduisant, pour l'intégrale double prise le long de celui-ci, à l'expression générale (1). Je crois devoir donner, en le condensant, le raisonnement qui le prouve, tel qu'il se trouve dans un Chapitre depuis longtemps rédigé du second fascicule du Tome II de ma *Théorie des fonctions algébriques de deux variables*.

» En désignant par Ω'_1 l'intégrale de l'équation E relative au point b_1 envisagée au § 1, l'intégrale $m_1\Omega'_1(y)$ s'augmente, quand y décrit le lacet b_1, de

$$m_1 \Omega_1(y).$$

Interprétons ce fait analytique au point de vue de la Géométrie de situation. Soient, d'une manière générale, sur la surface de Riemann, entre x et z,

$$f(x, y, z) = 0$$

correspondant à une valeur arbitraire de y, Γ_1 le contour correspondant à Ω_1 et Γ'_1 le contour correspondant à Ω'_1. Partons du contour $m_1\Gamma'_1$ pour $y = a$; la variation de y se produisant, ce contour se déplace en se déformant, et, quand y revient en a, on a le contour

$$m_1\Gamma'_1 + m_1\Gamma_1 \qquad (\text{pour } y = a).$$

Il est clair que, pendant la déformation, s'engendre ainsi une surface

ouverte avec le bord

$$m_1 \Gamma_1,$$

et la valeur de l'intégrale double correspondant à cette surface ouverte est

$$m_1 \int_{b_1}^{a} \Omega_1(y)\,dy.$$

De la même façon, les divers autres termes de la somme (1) correspondront à des surfaces avec les bords

$$m_2 \Gamma_2, \quad \ldots, \quad m_s \Gamma_s,$$

Γ_i ayant la signification analogue à Γ_1, quand b_i remplace b_1.

» Nous avons donc s surfaces ouvertes avec les s bords indiqués. D'autre part, pour y arbitraire, les s contours

$$m_1 \Gamma_1, \quad m_2 \Gamma_2, \quad \ldots, \quad m_s \Gamma_s$$

limitent sur la surface de Riemann f une portion P de la surface, d'après l'identité (2). Considérons en particulier la portion P_a sur la surface qui correspond à $y = a$: cette portion P_a, avec les s surfaces ouvertes considérées ci-dessus, forme une surface fermée qui est un cycle à deux dimensions, et la valeur de l'intégrale double sur ce cycle est précisément l'expression (1).

» Ainsi donc, nous avons bien avec les $N - 2p$ quantités désignées par A au § 4, $N - 2p$ périodes de l'intégrale double; ces combinaisons analytiques remarquables, pouvant se prêter à une étude approfondie, ont été pour moi le principal intérêt de ces recherches.

» Quant à la question de savoir si toutes les quantités A peuvent s'exprimer à l'aide des périodes particulières que j'avais d'abord considérées, j'ai cru longtemps avoir une démonstration rigoureuse de ce théorème que toutes les périodes se ramèneraient à ces périodes particulières; mais, quoique ce théorème reste pour moi très probable, j'y trouve maintenant quelques difficultés que je ne cherche pas à lever, la question ayant en réalité peu d'importance. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la culture du Trèfle dans des terres privées de calcaire.* Note de MM. **P.-P. Dehérain** et **E. Demoussy.**

« La création de prairies artificielles présente de tels avantages qu'il y a intérêt à savoir si elles peuvent être établies dans des sols qui n'en portent pas habituellement.

» Leur réussite est liée non seulement à l'aération du sol, à son humidité, à la présence d'aliments minéraux, conditions nécessaires à la vie de tous les végétaux, mais en outre à l'existence dans ces sols de bactéries capables de faire apparaître des nodosités sur les racines et d'assurer l'alimentation de la plante à l'aide de l'azote atmosphérique.

» Pendant les étés de 1900 et de 1901, nous avons cultivé du Trèfle dans deux terres différentes qui paraissaient peu aptes à en porter : une terre de bruyère et une terre de Bretagne provenant de l'altération du gneiss, l'une et l'autre privées de calcaire.

» Une première expérience a porté sur ces terres laissées sans aucune addition, afin de savoir si elles renfermaient des bactéries capables de symbiose avec le Trèfle.

» Nous avons ensuite ajouté aux terres de bruyère et de Bretagne des doses massives de carbonate de chaux, pour voir si ce changement profond dans la constitution du sol serait favorable au développement du Trèfle.

» Comme il n'était pas certain que les bactéries efficaces existassent dans ces terres, nous avons essayé de les introduire en mélangeant à la terre de bruyère et à la terre de Bretagne de fortes doses d'une terre de jardin où le Trèfle croît vigoureusement.

» Enfin, comme il était possible que les bactéries de la terre de jardin, habituées à un sol où le calcaire est abondant, ne pussent pas s'acclimater dans des terres où ce calcaire n'existait pas, nous avons ajouté, dans une quatrième série de cultures, à la fois du calcaire et de la terre de jardin.

» Toutes les expériences ont été faites en double; nous résumons brièvement nos observations dans les pages suivantes.

» Expériences de 1900 en terre de bruyère. — Cette terre, très chargée de débris végétaux, renfermait environ un centième de chaux presque entièrement à l'état de sulfate. Elle a été placée dans des pots qui pouvaient en contenir environ 3^{kg}; et, bien

qu'on y eût dosé 1gr,5 d'acide phosphorique par kilogramme, on a distribué uniformément à chaque pot 2gr de phosphate de potasse.

» *Terre de bruyère pure.* — Au début, la végétation est très languissante; pendant tout le mois de mai les pots sont mal garnis; puis tout à coup, au mois de juin, le Trèfle devient vigoureux et, le 18 juillet, au moment de la récolte, il commence à fleurir. On a recueilli, sur l'un des pots, 22gr,3 de Trèfle sec; sur l'autre, 14gr,5; en moyenne, 17gr,4.

» Les racines portent des nodosités formées d'un petit cylindre lilas, surmonté d'un pointement blanc; elles ne sont pas disposées sur toute la longueur de la racine, mais, le plus souvent, réunies en bouquets sur certains points, d'où elles divergent en éventail.

» La terre de bruyère renferme donc les germes de bactéries capables de symbiose avec le Trèfle.

» *Terre de bruyère additionnée de* 20 *centièmes de carbonate de chaux.* — Dès le début, le trèfle prend bonne apparence; les deux récoltes sont encore inégales; le 18 juillet, on obtient, d'un pot, 16gr,2 de trèfle sec; de l'autre, 24gr; la moyenne est de 20gr,6. L'addition de calcaire à la terre de bruyère n'a donc eu qu'une médiocre influence.

» Les nodosités qui couvrent les racines ont encore le plus souvent la forme de cylindres terminés par un pointement blanc, mais parfois le cylindre diminue de longueur et la nodosité se réduit au pointement blanc; on ne note plus la disposition en bouquets.

» *Terre de bruyère additionnée de* $\frac{10}{100}$ *de terre de jardin.* — La végétation est luxuriante, et les pots sont très bien garnis. On recueille, le 18 juillet, d'un des vases 29gr,5 de Trèfle sec, de l'autre 39gr,8, ou en moyenne 32gr,5.

» L'inoculation de la terre de bruyère avec la terre de jardin a donc été très efficace.

» Les racines très vigoureuses sont garnies de nodosités bien plus nombreuses que dans les cas précédents; ces nodosités présentent encore le même aspect, mais parfois le cylindre disparaît et le pointement blanc est fixé directement sur la racine.

» *Terre de bruyère additionnée de terre de jardin* (10 *pour* 100) *et de carbonate de chaux* (20 *pour* 100). — Le Trèfle se développe très bien; cependant les récoltes sont plus faibles que celles de la série précédente; on recueille 30gr,3 et 29gr,6 de Trèfle sec, soit 29gr,6 en moyenne. La dose massive de calcaire n'a pas exercé d'influence; la petite quantité de chaux apportée par la terre de jardin a paru suffisante pour créer un milieu favorable. Les nodosités sont un peu moins nombreuses que dans les vases précédents; elles sont plus petites et souvent réduites au pointement blanc.

» Nous donnons dans le Tableau ci-dessous les moyennes des deux coupes faites sur les vases d'expérience.

	Poids du Trèfle sec récolté en 1900.		
	Première coupe.	Seconde coupe.	Poids total.
	gr	gr	gr
Terre de bruyère sans addition	17,4	5,5	22,9
Terre de bruyère avec 20 centièmes de calcaire.	20,6	5,2	25,8

	Poids du Trèfle sec récolté en 1900.		
	Première coupe.	Seconde coupe.	Poids total.
Terre de bruyère avec 10 centièmes de terre de jardin...	32,6 gr	8,6 gr	41,2 gr
Terre de bruyère, 10 centièmes de terre de jardin, 20 centièmes de calcaire	29,6	7,1	36,7

» D'où il apparaît nettement :

» 1° Que la terre de bruyère renferme les germes des bactéries propres à la symbiose avec le Trèfle ;

» 2° Que l'addition d'une dose massive de calcaire n'augmente la récolte que dans une faible proportion ;

» 3° Qu'au contraire l'apport d'une terre de jardin a été très efficace ; mais que cette efficacité a été moindre en présence d'une dose massive de calcaire.

» Culture du Trèfle dans la terre de Bretagne en 1901. — La terre sur laquelle nous avons opéré était absolument privée de calcaire ; elle convenait donc particulièrement bien pour voir si un sol semblable renfermait les germes des bactéries propres à la symbiose avec le Trèfle. Cette terre était en outre d'une excessive pauvreté en acide phosphorique, puisqu'on a dû renoncer à le doser ; aussi a-t-on ajouté dans chacun des pots, renfermant environ 5kg de terre, 5gr de phosphate de potasse, c'est-à-dire un millième.

» Comme les précédentes, les cultures ont été partagées en quatre séries : la première n'a reçu que du phosphate de potasse ; la seconde a reçu, outre ce sel, 10 centièmes de carbonate de chaux ; la troisième a été additionnée de 10 centièmes de terre de jardin, et la dernière à la fois de 10 centièmes de terre de jardin et de 10 centièmes de calcaire.

» Le Trèfle a été coupé à diverses époques et l'on a obtenu les poids suivants de matière sèche :

	Poids du Trèfle sec récolté	
	le 11 juin.	le 5 juillet.
59. Terre de Bretagne sans addition	» gr	24,3 gr
60. »	7	»
61. Terre de Bretagne avec 10 pour 100 de calcaire ...	»	40,7
62. »	15	»
63. Terre de Bretagne avec 10 pour 100 de terre de jardin.	17	»
64. »	»	30,0
65. Terre de Bretagne avec 10 pour 100 de terre de jardin et 10 pour 100 de calcaire	15	»
66. »	»	31,3

» Le vase 63 donne le 11 juin 17gr de récolte sèche au lieu de 7gr fournis par 60; il est bien à remarquer que la terre de jardin renferme 20 centièmes de calcaire, et que c'est peut-être à lui qu'est dû le surcroît constaté. En effet, l'addition du calcaire seul a exercé une influence décisive; il double la récolte le 11 juin et l'augmente encore très notablement le 5 juillet. Contrairement à ce que nous avons vu pour la terre de bruyère, l'inoculation avec la terre de jardin ne présente, pour la terre de Bretagne, aucune efficacité; car si, le 11 juin, le vase 63 donne 17gr de Trèfle sec, au lieu de 15gr fournis par 62, qui n'a pas reçu de terre de jardin, 65, qui en a reçu, donne 15gr comme 62. C'est surtout, au reste, la récolte de 61 qui montre combien sont efficaces pour la culture du Trèfle les bactéries de la terre de Bretagne, puisque le 5 juillet sa récolte surpasse d'un tiers celles qu'ont données les vases qui ont reçu la terre de jardin.

» On a une nouvelle preuve de cette efficacité par la teneur en azote des récoltes obtenues. Le Trèfle qui a crû sur la terre de Bretagne sans autre addition que le phosphate de potasse accuse 3,90 et 3,02 d'azote pour 100 de matière sèche; celui des vases qui ont reçu la chaux donne 3,51 et 2,82; enfin l'inoculation avec la terre de jardin produit du Trèfle à 3,50 et 2,76 d'azote. Les teneurs en azote sont donc sensiblement les mêmes. Or nous avons montré, dans un Mémoire antérieur portant sur la culture du Lupin blanc, que lorsque les bactéries qui peuplent les nodosités sont peu efficaces, non seulement la croissance de la plante est faible, mais encore la teneur en azote de la matière sèche diminue sensiblement (1).

» En résumé, ces expériences nous fournissent deux exemples intéressants de l'influence qu'exercent sur les Légumineuses le *milieu* et l'*inoculation;* le Trèfle croît dans la terre de Bretagne aussitôt qu'on apporte du calcaire et des phosphates, c'est-à-dire aussitôt que le milieu devient favorable à sa végétation; il reste misérable, au contraire, dans la terre de bruyère, malgré la création d'un milieu favorable, tant que la terre de jardin n'apporte pas les bactéries efficaces. »

M. Bouquet de la Grye, en déposant sur le Bureau de l'Académie le Volume des *Comptes rendus des séances de la troisième Conférence générale des Poids et Mesures,* donne quelques renseignements sur la Session de 1901 succédant à celle de 1895 :

« Dans la première séance tenue au Ministère des Affaires étrangères, M. Delcassé a souhaité la bienvenue aux délégués des Gouvernements, au nombre de 26, représentant 18 États.

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXXX, p. 20.

» Les autres séances ont eu lieu au Pavillon international de Breteuil. En l'absence de M. Fouqué, j'ai eu l'honneur de les présider.

» Les points discutés dans de savants rapports avaient pour but :

» 1° De s'assurer de la conformité des prototypes internationaux avec les témoins, qu'il s'agisse de longueurs, de poids ou d'échelles thermométriques;

» 2° De prendre acte de la longueur du prototype exprimée en ondes lumineuses d'après des observations d'une précision inespérée;

» 3° De former de nouveaux étalons du décimètre et du centimètre;

» 4° D'étudier les résultats obtenus par l'emploi du nouvel alliage d'acier et de nickel appelé *métal invar,* parce qu'il est insensible aux variations de la température;

» 5° Enfin il s'agissait d'aborder la question de la métrologie appliquée aux diamètres des fils et des vis mécaniques.

» En outre de ces questions qui ont donné lieu à de savants exposés faits par MM. Foerster, Benoît, Chappuis, Guillaume, la Conférence a adopté une définition de l'unité de masse et de l'unité de poids.

» Dans la deuxième séance, elle avait, à l'unanimité, nommé comme Secrétaire perpétuel M. Blaserna, Sénateur du royaume d'Italie.

» M. le Ministre du Commerce a tenu à assister à une séance, où était discutée une question de retraites pour le personnel du Bureau international.

» En résumé, les résultats d'ordre scientifique de cette Conférence montrent les progrès incessants de la Métrologie, son expansion chez toutes les nations, et l'approximation inespérée avec laquelle se font aujourd'hui les mesures. On en est arrivé pour les longueurs aux fractions de microns, pour les poids aux centièmes de milligrammes; la Physique et la Géodésie en tirent de précieux enseignements, et, dans cette voie, on s'aperçoit que les métaux eux-mêmes ont une espèce de vitalité. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le XIe Volume de l'édition nationale des « Œuvres de Galilée ».

M. **E. Guyou** présente à l'Académie l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année* 1902 :

« Dans cet *Annuaire*, comme dans les deux précédents, le Bureau des Longitudes, devançant une réforme très désirable, compte les heures du temps civil de 0 à 24 à partir de minuit.

» Dans la partie astronomique, le Tableau des petites planètes renferme les données relatives à tous les astres découverts jusqu'au 2 octobre dernier. Une Note de M. Cornu sur le spectre de l'aurore polaire, a été ajoutée à la partie relative à la Spectroscopie.

» Dans la partie géographique, M. Levasseur a donné les populations de l'Europe, d'après les recensements dont les résultats ont été publiés avant le 25 octobre 1901.

» L'*Annuaire* contient d'intéressantes Notices de M. H. Poincaré sur la *Télégraphie sans fil*, de M. A. Cornu sur les *Courants polyphasés*, et de M. J. Janssen sur les *Travaux exécutés à l'observatoire du mont Blanc*. Dans une quatrième Notice, j'ai rendu compte des résultats obtenus dans une application qui a été faite à titre d'essai, sur plusieurs navires de notre marine, de la *Division décimale du quart de cercle à la pratique de la navigation*. »

MM. **Lippmann, Ch. André, Dr L. Camus, Dr A. Charpentier, P. Curie, Dormoy, Foureau, R. Fosse, Gall, Gley, Grignard, G. Kœnigs, Laugel, Jean Lépine, de Montlaur, Monpillard, Rabaud (Étienne), L. Vaillard, Vasseur (Gaston), E. Verlet-Hanus, Verneuil, A. Verschaffel, Léo Vignon, Aimé Witz, Wyrouboff** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs Travaux.

M. le **Ministre des Affaires étrangères** adresse, par l'intermédiaire du Ministère de l'Instruction publique, une série de documents relatifs aux tremblements de terre survenus, le 1er novembre dernier, dans la province turque d'Erzeroum.

ASTRONOMIE. — *Sur la mesure de la méridienne de France, par Méchain, à la fin du XVIIIe siècle*. Note de M. **G. Bigourdan**, présentée par M. Lœwy.

« On sait depuis longtemps que, lors de la mesure de la méridienne de France pour la détermination du mètre, Méchain n'avait pas fait connaître

toutes ses observations de latitude; entre autres, il avait réservé celles de Barcelone, qui présentaient un écart inattendu avec celles faites à Montjouy. Mais on ignore généralement que Méchain avait, de même, donné incomplètement ses mesures d'angles terrestres.

» Il nous est tombé récemment entre les mains des Notes où Delambre lui-même indique les corrections qu'il faut apporter à divers angles azimutaux, tels qu'ils sont donnés dans la *Base du Système métrique*, pour tenir compte de toutes les observations de Méchain.

» Comme certains sommets des triangles de Méchain appartiennent aussi à la triangulation exécutée depuis 1870 par le Dépôt de la Guerre, il est intéressant de comparer les véritables résultats de Méchain à ceux qui ont été obtenus récemment par les moyens les plus perfectionnés : c'est ce que nous avons fait dans le Tableau ci-dessous, où les lettres P, M et M_c ont les significations suivantes :

P valeurs obtenues par le Dépôt de la Guerre (Perrier);
M valeurs de Méchain, telles qu'on les trouve dans la *Base du Système métrique*, t. I;
M_c valeurs de Méchain, corrigées par Delambre, en tenant compte de toutes les observations.

Sommets.	Directions.	M—P.	M_c—P.
Espira.......	Vernet, Salces.............	— 2",56	— 0",65
Tauch.......	Alaric, Espira.............	+ 0,68	+ 0,01
Alaric.......	Saint-Pons, Nore..........	+ 0,69	+ 0,05
Alaric.......	Nore, Tauch...............	— 0,58	— 3,10
Nore........	Alaric, Saint-Pons..........	+ 1,66	+ 0,36
Saint-Pons...	Nore, Alaric..............	— 4,25	— 3,20

» On voit que la plupart des angles de Méchain sont sensiblement améliorés par les corrections de Delambre et que la publication de toutes les valeurs données par ce dernier présente quelque intérêt pour la Géodésie française. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation de l'éclipse annulaire de Soleil du 11 novembre 1901.* Note de M. A. DE LA BAUME-PLUVINEL, présentée par M. J. Janssen.

« L'éclipse de Soleil du 11 novembre dernier était visible, comme éclipse annulaire, dans la Basse-Egypte. Le phénomène se présentait malheureusement dans des conditions d'observation peu favorables, car la phase annulaire avait lieu à 8 heures du matin, lorsque le Soleil était

élevé seulement de 15° au-dessus de l'horizon. Néanmoins, les chances de beau temps étant très nombreuses et un voyage au Caire étant chose facile, je n'ai pas voulu laisser échapper cette nouvelle occasion d'étudier les phénomènes qui accompagnent les éclipses de Soleil.

» Mon programme était le suivant :

» 1° A la demande de M. Janssen, je devais photographier et étudier oculairement le spectre du Soleil dans le voisinage du bord de la Lune. Si l'examen de ce spectre avait permis de constater un épaississement de certaines raies de Fraunhofer, on aurait pu en conclure qu'il existe autour de la Lune une atmosphère gazeuse capable de produire une absorption sensible.

» 2° On sait que l'on obtient facilement pendant les éclipses totales du Soleil, aux instants des contacts intérieurs, des images monochromatiques de la chromosphère en employant des prismes ou des réseaux objectifs. Ayant constaté, pendant l'éclipse totale de 1900, que l'on pouvait photographier ces spectres même un peu avant et un peu après la phase totale, j'ai voulu essayer de les obtenir pendant l'éclipse annulaire aux moments de la formation et de la rupture de l'anneau.

» 3° J'ai pensé qu'un peu après le deuxième contact et un peu avant le troisième, l'anneau solaire serait assez étroit aux environs des points de contact pour donner un spectre net, avec un prisme ou un réseau-objectif, sans avoir recours à un spectroscope à fente. Je me suis proposé d'obtenir un spectre dans ces conditions, afin de pouvoir étudier, dans les meilleures conditions possibles, la lumière qui nous vient de l'extrême bord du Soleil et constater, par suite, les modifications que les enveloppes gazeuses du Soleil font éprouver aux rayons de la photosphère qui les traversent.

» 4° Certains observateurs ayant pu photographier la couronne solaire quelques instants après le troisième contact d'une éclipse totale, c'est-à-dire lorsque le Soleil a déjà fait sa réapparition, je me suis proposé de faire des photographies du Soleil, pendant la phase annulaire, dans l'espoir que la diminution d'intensité de la lumière diffusée dans notre atmosphère serait suffisante pour que l'on puisse obtenir, dans ces conditions, l'image de la couronne solaire.

» 5° Lorsqu'on photographie le Soleil en plein jour, en posant quelques secondes, le disque du Soleil est entouré d'une auréole qui a été prise quelquefois pour la véritable couronne du Soleil, mais qui est due, plus vraisemblablement, à l'irradiation de la lumière dans notre atmosphère ou dans la couche sensible. Des photographies faites pendant la phase

partielle devaient décider la question en montrant si l'auréole entourait le bord invisible de la Lune ou si elle suivait le bord intérieur du croissant solaire.

» Pour remplir la partie spectroscopique de mon programme, je disposais de deux instruments :

» 1° Un spectroscope à réseau plan de Rowland dont la surface striée mesurait 80^{mm} sur 50^{mm} et contenait 568 traits au millimètre. Le collimateur et l'objectif de la chambre photographique avaient $1^m,50$ de foyer. Un condensateur projetait sur la fente une image du Soleil de 14^{mm} de diamètre et, grâce à l'interposition d'un prisme hypoténuse, on pouvait faire tourner cette image sur elle-même de manière à amener le bord de la Lune à être tangent à la fente ou à rendre la ligne des cornes de l'échancrure parallèle à cette fente.

» 2° Un spectroscope à prisme unique en flint lourd dont le condensateur, le collimateur et l'objectif photographique avaient environ $0^m,60$ de foyer. Enfin, pour mes essais de photographie de la couronne solaire, j'employais un objectif triple de Cook, de $1^m,50$ de distance focale. Ces trois instruments étaient disposés horizontalement et recevaient la lumière du Soleil réfléchie par trois miroirs montés sur l'axe d'un cœlostat.

» Le jour de l'éclipse, les conditions atmosphériques n'ont pas été absolument satisfaisantes; des cirrus légers ont voilé le Soleil pendant presque toute la durée du phénomène. Cet état du ciel n'a pas gêné sensiblement les observations spectroscopiques, mais a nui aux essais de photographie de la couronne.

» Avant et après la phase annulaire, j'ai fait plusieurs photographies du spectre des parties du Soleil voisines du disque lunaire en rendant le bord de la Lune tangent à la fente. J'ai étudié aussi oculairement le spectre de ces mêmes régions du Soleil en portant particulièrement mon attention sur les raies d'absorption des gaz de notre atmosphère, c'est-à-dire sur toute la partie du spectre qui s'étend de la raie D au groupe *a*. Or l'examen des clichés, aussi bien que l'observation directe du spectre, ne m'a pas permis de constater la moindre altération des raies fraunhofériennes dans le voisinage du bord de la Lune. Cette constatation apporterait — si cela était nécessaire — une preuve de plus de l'absence d'une atmosphère gazeuse autour de la Lune.

» Un peu avant le deuxième contact, j'ai ouvert largement la fente du spectroscope et j'ai orienté le prisme hypoténuse de manière à admettre dans l'appareil le mince croissant de lumière chromosphérique qui allait apparaître quelques secondes avant le deuxième contact. La photographie, prise à l'instant précis de l'apparition de la chromosphère, a donné une

série d'images monochromatiques des couches incandescentes qui enveloppent immédiatement le Soleil. L'image ainsi obtenue est comparable aux photographies du spectre de la chromosphère que donne un prisme ou un réseau-objectif aux deuxième et troisième contacts d'une éclipse totale de Soleil. Les croissants les plus apparents correspondent, naturellement, aux radiations de l'hydrogène : H_β (F), H_γ (G′), H_δ (*h*), H_ϵ (H′) et H_{α_1}. Les croissants du calcium H et K sont aussi très intenses. La largeur de ces croissants est telle que l'on peut estimer à 20″ la hauteur de la couche gazeuse qui les a produits.

» En outre des croissants indiqués ci-dessus, on peut relever, sur le cliché, la position d'un grand nombre de croissants très faibles, visibles sur une hauteur de 20″ à 40″ seulement. Il est probable que ce sont là des images monochromatiques d'une couche basse de la chromosphère vue dans une échancrure du bord lunaire. Je donne ci-dessous la liste de ces raies avec leurs longueurs d'onde et leurs intensités relatives. Ces intensités ont été estimées très approximativement. Sur les quarante-neuf raies que contient cette liste, vingt-huit d'entre elles ont été retrouvées dans les Catalogues des raies chromosphériques de Young et de Hale. Sept autres raies correspondent à des raies solaires du Catalogue de Rowland et les quatorze autres, toutes très faibles, n'existent pas dans les Catalogues.

» Les raies des Catalogues de Young, Hale et Rowland sont désignées, dans la colonne « Autorité », par Y, H ou R.

Numéros.	λ.	Intensité.	Élément.	Autorité.	Numéros.	λ.	Intensité.	Élément.	Autorité.
1....	486,1	7	H_β(F)	Y	17....	447,1	4	Ce, He	Y
2....	470,2	1	»	»	18....	444,4	4	Fe-Ti	Y
3....	469,9	1	»	»	19....	441,5	1	Fe	Y
4....	466,7	1	Fe, Ti	Y	20....	439,3	2	»	»
5....	462,9	1	Co, Ti	Y	21....	437,4	1	Fe(E)	Y
6....	459,4	1	»	»	22....	435,7	1	»	»
7....	459,0	1	Ti	Y	23....	435,1	1	»	»
8....	458,4	3	Fe	Y	24....	434,3	1	Cr, Fe	R
9....	457,8	1	Ca-Ti	R	25....	434,0	10	H_γ(G′)	Y
10....	457,1	2	Mg	R	26....	428,9	1	Cr	Y
11....	456,4	2	Ti	Y	27....	425,6	1	»	»
12....	455,3	3	Fe, Ti	Y	28....	422,9	1	»	»
13....	454,9	3	Fe, Ti	Y	29....	422,6	1	Ca	Y
14....	454,0	1	Ce	Y	30....	421,5	5	Sr	Y
15....	453,4	3	Fe	Y	31....	421,1	1	»	»
16....	452,9	1	»	»	32....	420,5	1	»	»

Numéros.	λ.	Intensité.	Élément.	Autorité.	Numéros.	λ.	Intensité.	Élément	Autorité.
33....	420,2	1	Fe	R	42....	398,2	1	Fe, Ti	R
34....	419,9	1	Fe	R	43....	397,0	6	H_ε	Y
35....	419,6	1	»	»	44....	396,8	7	Ca(H)	Y
36....	417,9	1	»	Y	45....	393,4	8	Ca(K)	Y
37....	412,1	1	Co	Y	46....	393,1	1	»	»
38....	411,4	1	Fe	R	47....	391,3	2	»	H
39....	410,9	1	»	»	48....	388,9	6	H_{α_1}	Y
40....	410,1	9	$H_\delta(h)$	Y	49....	388,6	1	»	H
41....	407,8	5	Ca	Y					

» Aussitôt après le deuxième contact, j'ai fait une seconde photographie en opérant comme pour la première. Mais cette fois ce n'était plus la mince couche chromosphérique qui donnait des images monochromatiques, c'était un croissant délié de la surface solaire, compris entre les bords du Soleil et de la Lune, qui fournissait un spectre parfaitement net de l'extrême bord du Soleil. En examinant ce spectre, on constate immédiatement que les raies de l'hydrogène y font complètement défaut. Les raies $H_j(G')$, $H_\delta(h)$ et H_ε, situées dans la partie la plus actinique du spectre, sont évidemment celles dont l'absence est le plus facile à constater. Cette disparition des raies de l'hydrogène dans le spectre de l'extrême bord du Soleil doit être attribuée à un double renversement : l'hydrogène incandescent de la chromosphère donne un spectre d'émission qui fait disparaître les raies noires du spectre de la photosphère. Mais il est remarquable de constater un renversement aussi complet des raies de l'hydrogène alors que les raies H et K du calcium conservent toute leur intensité.

» J'arrive aux expériences que j'ai faites pour photographier la couronne pendant l'éclipse.

» Ces expériences n'ont pas donné les résultats que l'on pouvait en attendre, à cause des nuages légers qui voilaient le Soleil. De plus, la diminution de l'illumination de notre atmosphère n'a pas été très grande pendant cette éclipse, car les diamètres apparents du Soleil et de la Lune différaient de 1′24″ et, pendant la phase annulaire, les $\frac{16}{100}$ de la surface solaire continuaient à éclairer l'atmosphère. Deux photographies ont été faites de l'anneau solaire : l'une a été exposée trois secondes, l'autre dix secondes. On voit sur ces photographies l'image des nuages qui recouvraient le Soleil, mais on n'y découvre pas la moindre trace de la couronne solaire. On peut faire la même constatation sur un cliché obtenu un peu avant la phase annulaire en cachant, à l'aide d'un écran, la partie non

éclipsée du Soleil : une auréole lumineuse apparaît aux bords de l'écran, mais ne suit pas la partie invisible du disque de la Lune, comme elle devrait le faire s'il s'agissait véritablement de la couronne solaire. Les photographies prises pendant la phase partielle avec des poses variant d'une seconde à dix secondes montrent des auréoles présentant le même caractère.

» La lumière diffusée par notre atmosphère étant très pauvre en radiations peu réfrangibles, on pouvait espérer voir la couronne solaire en observant l'image des régions circumsolaires formée uniquement par leurs radiations calorifiques. A cet effet, j'ai substitué à la plaque sensible de mon appareil photographique un écran au sulfure de zinc préparé par la méthode de M. le Dr Lebon. Les radiations calorifiques concouraient seules à la formation des images, grâce à l'interposition, sur le trajet des rayons lumineux, d'une plaque de verre recouverte de vernis noir.

» Dans ces conditions, la phosphorescence du sulfure de zinc, préalablement excitée par une exposition à la lumière derrière une cuve contenant une solution de sulfate de cuivre ammoniacal, était fortement éteinte par l'image du Soleil et un peu affaiblie dans les régions environnantes. Mais l'auréole ainsi produite, de même que l'auréole photographique, envahissait l'intérieur du croissant solaire au lieu de s'arrêter à la partie invisible du bord de la Lune. Ces expériences, avec des écrans phosphorescents, ont été faites par mon assistant M. A. Senouque. »

Remarques sur la Note de M. de la Baume-Pluvinel, par M. **J. Janssen**.

« M. de la Baume-Pluvinel a été chargé, à ma demande, d'une mission gratuite du Gouvernement, pour observer en Égypte l'éclipse du 11 novembre dernier.

» J'avais prié M. de la Baume, qui s'est construit d'excellents spectroscopes à réseaux et qui s'en sert avec beaucoup de talent, d'obtenir un spectre très précis et très dispersé de la lumière solaire rasant le bord de la Lune, afin de voir si, dans ces conditions, ce spectre décèlerait quelques phénomènes d'absorption attribuables à la présence d'une atmosphère lunaire, même très rare.

» Le résultat a été négatif; on est donc conduit à admettre que, s'il reste encore autour du globe lunaire une couche gazeuse, elle doit être d'une rareté extrême.

» Il faut remarquer que les circonstances dans lesquelles l'observation

est faite, pendant une éclipse du globe solaire par la Lune, sont très favorables pour déceler l'existence d'une couche gazeuse autour du globe lunaire, puisque, dans ce cas, les rayons solaires traversent une épaisseur d'atmosphère double de celle qui serait parcourue par ces mêmes rayons si l'on observait un coucher de Soleil à la surface de la Lune, circonstance qui serait, comme on sait, la plus favorable à la manifestation des raies sélénuriques.

» Dès l'année 1863, au moment où je poursuivais mes études sur les raies telluriques du spectre solaire, nouvellement découvertes, je signalais cette observation et le dispositif expérimental propre à la réaliser. J'avais même pris les dispositions nécessaires pour appliquer ce dispositif à l'étude de l'éclipse partielle du 17 mai 1863, mais l'état du ciel empêcha toute observation, et je dus me contenter de signaler le projet et les dispositions à l'Académie.

» La grande compétence de M. le comte de la Baume dans ces études, et les instruments très parfaits dont il dispose, m'ont engagé à lui recommander cette intéressante observation, et le résultat m'en paraît décisif. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Calcul des racines réelles des équations.* Note de M. A. **Pellet**.

« Toute équation à coefficients réels peut se mettre sous la forme

$$\varphi(x) - \psi(x) = 0, \tag{1}$$

$\varphi(x)$ et $\psi(x)$ étant des polynomes à coefficients entiers.

» Soit ξ un nombre positif et supposons la différence $\varphi(\xi) - \psi(\xi)$ négative, $\varphi(\xi) - \psi(\xi) < 0$. Considérons l'équation

$$\varphi(x) - \psi'(\xi)(x - \xi) - \psi(\xi) = 0, \tag{2}$$

$\psi'(x)$ étant la dérivée de $\psi(x)$, supposée variable avec x. Son premier membre est négatif pour $x = \xi$, et positif pour les valeurs racines positives de l'équation (1). Si donc cette dernière équation a des racines inférieures à ξ et d'autres supérieures à ξ, l'équation (2) a deux racines positives x_0 et y_0, $y_0 > x_0$. En remplaçant ξ par x_0, l'équation nouvelle a une racine positive inférieure à x_0, x_1, et l'on obtient ainsi une suite $x_0, x_1, x_2, \ldots, x$ de quantités positives décroissantes et tendant vers la racine positive de l'équation (1) immédiatement inférieure à ξ lorsque i tend vers l'infini.

Lorsque l'équation (1) n'a pas de racine positive inférieure à ξ, la suite $x_0, x_1, \ldots, x_i$ ne comprend qu'un nombre fini de termes.

» De même, en remplaçant ξ par y_0, l'équation nouvelle a une racine supérieure à y_0, y_1, et l'on obtient ainsi une suite $y_0, y_1, \ldots, y_i$ de nombres positifs croissants et convergeant vers la racine positive de l'équation (1) immédiatement supérieure à ξ lorsque i tend vers l'infini. Si l'équation (1) n'a pas de racine supérieure à ξ, y_i tend vers l'infini. »

ANALYSE INFINITÉSIMALE. — *Sur le calcul par cheminement des intégrales de certains systèmes différentiels.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Appell.

« I. Considérons un système différentiel d'ordre quelconque où se trouvent engagées, avec un nombre quelconque de variables indépendantes, $x, y, \ldots$, un nombre également quelconque de fonctions inconnues, $u, v, \ldots$; et à chacune des quantités $u, v, \ldots$ faisons correspondre un entier quelconque (positif, nul ou négatif) que nous nommerons la *cote* de cette quantité. Considérant ensuite une dérivée quelconque de l'une des fonctions inconnues, nommons *cote* de la dérivée en question l'entier obtenu en ajoutant à la cote de la fonction l'ordre total de la dérivée. Cela étant, nous supposerons tout d'abord que, moyennant un choix convenable des cotes attribuées à $u, v, \ldots$, le système différentiel proposé remplit à la fois les deux conditions suivantes : 1° il se trouve résolu par rapport à certaines dérivées qui ne figurent, non plus que leurs propres dérivées, dans aucun des seconds membres, et ces derniers sont, dans un même domaine, tous développables par la série de Taylor; chaque second membre ne contient, outre les variables indépendantes, que des quantités (inconnues ou dérivées) dont la cote tombe au-dessous de celle du premier membre correspondant.

» Les systèmes ainsi définis constituent un cas très particulier de ceux que j'ai nommés *orthonomes :* il suffit, pour s'en rendre compte, d'attribuer à chacune des variables $x, y, \ldots$ une cote égale à 1, en même temps qu'on attribue aux diverses inconnues $u, v, \ldots$ les cotes respectives spécifiées ci-dessus. En conséquence, *tout système de cette espèce, s'il est passif, est complètement intégrable;* on peut d'ailleurs, comme je l'ai établi d'une manière générale pour tout système complètement intégrable, fixer, par la seule considération des premiers membres, l'économie des conditions

initiales qui déterminent entièrement un groupe d'intégrales ordinaires du système, et mettre en évidence les *fonctions* (ou constantes) *arbitraires, en nombre fini*, dont dépend la solution générale [1].

» II. *Désignons actuellement par* S *un système différentiel possédant la triple propriété : 1° d'appartenir à l'espèce ci-dessus définie ; 2° d'être passif (et par suite complètement intégrable) ; 3° d'être linéaire par rapport à l'ensemble des fonctions inconnues et leurs dérivées ;* et, comme il est d'usage dans tout système linéaire, nommons *coefficients* du système S les fonctions des seules variables indépendantes qui figurent dans les seconds membres, soit comme multiplicateurs des inconnues ou de leurs dérivées, soit comme termes indépendants de ces quantités. Cela étant, *si l'on considère, dans le système* S, *les intégrales ordinaires répondant à des conditions initiales données, les développements de ces intégrales, effectués à partir des valeurs initiales des variables, ne peuvent manquer de converger dans les limites où convergent à la fois les développements des coefficients du système* S, *et ceux des fonctions (données) figurant dans les conditions initiales*.

» III. Construisons un quadrillage rectangulaire dont les lignes correspondent aux variables indépendantes du système S, et les colonnes aux fonctions arbitraires qui figurent dans les conditions initiales ; puis, dans l'une quelconque de ces colonnes, noircissons à l'aide de hachures les cases des diverses variables dont ne dépend pas la fonction arbitraire correspondante. En répétant cette opération successivement dans toutes les colonnes, nous obtiendrons une sorte de damier où les cases blanches et noires pourront offrir des dispositions relatives variées. Finalement, partageons les variables indépendantes en groupes, suivant que, dans le Tableau ainsi construit, les lignes offrent ou n'offrent pas la même disposition de cases blanches et noires. En supposant, par exemple, qu'il y ait cinq variables indépendantes, x, y, z, s, t, et quatre fonctions arbitraires, $F_1(t)$, $F_2(z, s)$, $F_3(x, y, t)$, $F_4(x, y, z, s)$, la considération d'un pareil Tableau nous conduira à partager les variables en trois groupes comprenant, le premier les variables x et y, le deuxième les variables z et s, le troisième la variable t.

» Désignons maintenant par $[x, y]$ *l'espace analytique* indéfini qui cor-

---

[1] Pour la théorie des systèmes orthonomes et la méthode servant à fixer l'économie des conditions initiales dans un système complètement intégrable, voir mon Mémoire intitulé : *Sur une question fondamentale du Calcul intégral* (*Acta mathematica*, t. XXIII).

respond au groupe des variables x et y, c'est-à-dire l'ensemble de tous les systèmes de valeurs qu'il est possible d'attribuer à ces deux variables; désignons de même par $[z, s]$ l'espace analytique qui correspond au groupe des variables z et s, et par $[t]$ celui qui correspond à la variable t. Soient enfin $R_{x,y}$, $R_{z,s}$, R_t trois *régions* respectivement extraites des espaces analytiques $[x, y]$, $[z, s]$, $[t]$: il va sans dire que la considération simultanée de deux de ces régions, par exemple de $R_{x,y}$ et de R_t, en fournit une, $(R_{x,y}, R_t)$, extraite de l'espace analytique $[x, y, t]$, et que la considération simultanée des trois régions en fournit une, $(R_{x,y}, R_{z,s}, R_t)$, extraite de l'espace analytique $[x, y, z, s, t]$. Cela posé, *si, d'une part, les coefficients du système* S *sont tous calculables par cheminement dans la région*

$$(R_{x,y}, R_{z,s}, R_t),$$

si, d'autre part, on a choisi pour F_1, F_2, F_3, F_4 *des fonctions respectivement calculables dans les régions*

$$R_t, \quad R_{z,s}, \quad (R_{x,y}, R_t), \quad (R_{x,y}, R_{z,s}),$$

les intégrales correspondantes ne peuvent manquer d'être elles-mêmes calculables dans la région

$$(R_{x,y}, R_{z,s}, R_t). \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la séparation et le calcul des racines réelles des équations*. Note de M. **Raoul Perrin**, présentée par M. C. Jordan.

« M. Pellet a indiqué tout récemment dans les *Comptes rendus* une méthode de calcul des racines réelles des équations, fondée sur la décomposition du premier membre en deux polynomes ne contenant chacun que des termes de même signe.

» Je désirerais faire connaître à l'Académie que j'ai utilisé systématiquement le même mode de décomposition de bien d'autres manières, ce qui m'a conduit, à l'aide de considérations géométriques élémentaires, à résoudre, par des formules très simples, tous les problèmes qui se rattachent à la recherche, à la séparation et au calcul par approximations successives des racines réelles des équations numériques. En voici quelques exemples.

» I. *Recherche des racines comprises entre deux nombres positifs* x_1 *et* $x_2 > x_1$, *pour lesquels* $f(x)$ *prend des valeurs de signes contraires.* — Soient $f(x) = \pm(P - Q)$. P et Q étant les deux parties formées cha-

cune de termes tous de même signe; P', P'', ..., Q', Q'', ... leurs dérivées successives; P_1, P'_1, ..., P_2, P'_2, ... les valeurs de ces fonctions pour $x = x_1$, $x = x_2$. Choisissons P et Q de manière à avoir $P_1 - Q_1 < 0$, $P_2 - Q_2 > 0$, et soient, pour abréger, $x_2 - x_1 = \delta x$, $P_2 - P_1 = \delta P$, $Q_2 - Q_1 = \delta Q$. Si l'on pose

$$(1) \qquad \varepsilon_1 = \frac{(Q_1 - P_1)\,\delta x}{\delta P - Q'_1\,\delta x}, \qquad \varepsilon_2 = \frac{(P_2 - Q_2)\,\delta x}{P'_2\,\delta x - \delta Q},$$

les deux nombres positifs $x'_1 = x_1 + \varepsilon_1$, $x'_2 = x_2 - \varepsilon_2$ seront deux nouvelles limites plus resserrées que x_1 et x_2 et comprenant les mêmes racines. S'il n'existe qu'une racine, on en approchera autant qu'on voudra, par défaut et par excès, en appliquant les formules (1) un nombre de fois suffisant à partir des couples de limites successivement calculés; s'il existe plus d'une racine, on approchera autant qu'on voudra des deux extrêmes.

» Les formules (1), dont l'une se réduit d'ailleurs, si P ou Q est linéaire, à la formule d'approximation de Newton, ont sur cette dernière l'avantage d'être valables sans aucune restriction.

» II. *Même recherche, entre deux limites x_1, x_2, qui donnent à $f(x)$ le même signe.* — Supposons $P_1 - Q_1 > 0$, $P_2 - Q_2 > 0$. On obtiendra deux limites plus resserrées en appliquant à x_1 et x_2 les corrections ε_1 et $-\varepsilon_2$ données par les formules

$$(2) \qquad \varepsilon_1 = \frac{(P_1 - Q_1)\,\delta x}{\delta Q - P'_1\,\delta x}, \qquad \varepsilon_2 = \frac{(P_2 - Q_2)\,\delta x}{P'_2\,\delta x - \delta Q}.$$

» On approchera ainsi autant qu'on voudra des deux racines extrêmes comprises dans l'intervalle $x_2 - x_1$, ou, si l'on arrive à deux limites contradictoires entre elles ou situées en dehors de l'intervalle considéré, on pourra affirmer qu'il n'y existe pas de racines.

» III. *Conditions pour qu'il puisse exister des racines dans l'intervalle $x_2 - x_1$ du problème II.* — On peut en écrire plusieurs où n'entrent que les données relatives aux limites x_1 et x_2. Voici celle qui me paraît la plus remarquable :

$$(P'_2 + Q'_1)\,\delta x > 2\left[P_2 - Q_1 + \sqrt{(P_1 - Q_1)(P_2 - Q_2)}\right].$$

» Il faut que cette inégalité soit satisfaite (l'égalité ne suffirait pas) pour qu'il puisse exister des racines entre x_1 et x_2; et s'il n'en existe pas effectivement, on pourra toujours, par les formules (2) ou en divisant l'intervalle en 2, 3, ... intervalles moindres, arriver à ce qu'elle cesse d'être satisfaite.

» IV. *Limite inférieure des racines positives.* — Supposons, pour $x = 0$, $P_0 > 0$, et $Q_0 = 0$. Soit $P^{(n)}$ la première des dérivées successives de P, après celle du premier ordre, qui ne s'annule pas pour $x = 0$, et soit $P_0^{(n)}$ sa valeur. Une limite inférieure des racines positives sera fournie par la racine positive unique de l'équation

$$\frac{Q}{x} = P'_0 + \frac{n}{n-1}\sqrt[n]{\frac{(n-1)P_0^{n-1}P_0^{(n)}}{1.2\ldots n}}, \tag{4}$$

» Le procédé tombe en défaut si Q'_0 est égal ou supérieur à la valeur du second membre de (4) : mais il est facile alors d'obtenir une autre expression.

» Une limite supérieure des racines positives s'obtient par les mêmes formules, en opérant sur l'équation transformée en $\frac{1}{x}$. Les limites ainsi obtenues sont en général plus resserrées que celles fournies par les autres méthodes connues.

» Toutes les formules ci-dessus, ainsi que beaucoup d'autres obtenues d'une manière analogue, ont été communiquées à la première Section du Congrès tenu à Ajaccio en septembre dernier par l'Association française pour l'avancement des Sciences; le Mémoire où je les ai établies, avec tous les développements utiles et quelques applications à des équations tant algébriques que transcendantes, paraîtra dans le *Compte rendu du Congrès d'Ajaccio*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les nombres e et π et les équations transcendantes*. Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. C. Jordan.

« On sait que le nombre e^{ϖ}, où ϖ est rationnel ou algébrique, ne peut être racine d'une équation algébrique à coefficients rationnels, pas plus que les nombres qui présentent après chaque chiffre significatif un nombre de zéros croissant suffisamment vite avec le rang de ce chiffre et que nous appellerons des *nombres* X.

» Ces derniers nombres, comme leurs puissances rationnelles, n'étant pas racines des équations

$$\sum_0^\infty c_a x^{\varpi_a} = 0 \tag{1}$$

et d'autres analogues, où c_a est rationnel, ϖ_a entier positif, quand $\frac{1}{c_a}$ et ϖ_a

croissent suffisamment vite avec a, on pouvait se demander s'il en était de même de e et ses puissances, de π, d'autres nombres encore. La réponse est affirmative, et nous avons obtenu les résultats suivants :

» I. *Soit ζ un nombre algébrique ou non; tout nombre peut se mettre sous la forme*

$$Y = Y_1 + \frac{\alpha_1}{\zeta_1^{\psi_1}} + \ldots + \frac{\alpha_l}{\zeta_1^{\psi_l}} + \ldots,$$

ζ_1 étant une fonction algébrique quelconque de ζ, $|\alpha_1|$, ..., $|\alpha_l|$, ... des entiers $\leqq E(\zeta)$; ζ étant donné, pour un mode de croissance suffisamment rapide de ψ_l avec l; 1° Y *ne peut être algébrique;* 2° *si* $c_0 = a_0$, ..., $c_n = \frac{a_n}{t_n}$, ... ($|a_1|$, ..., $|a_n|$, ... *étant des entiers limités quelconques*) Y *ne peut être racine de* $\sum_0^\infty c_a x^a = 0$, *si* $\frac{t_n}{a_n}$ *croît suffisamment vite avec* n, *quels que soient* $|a_1|$, ..., $|a_n|$, ...

» II. *Si ζ est un nombre quelconque algébrique ou non donné, aucune fonction algébrique de ζ à coefficients entiers n'est racine de*

$$\sum_0^\infty \frac{a_n}{t_n} x^n = 0$$

quand $\frac{t_n}{a_n}$ *croît suffisamment vite avec* n.

» En particulier les méthodes de M. Hürwitz pour e et ses puissances rationnelles, de M. Hilbert pour π permettent de déterminer la limite inférieure de ces modes de croissance.

» Tout ce qui précède peut s'étendre aux équations $\sum_0^\infty c_n x^{\varpi_n} = 0$, quand ϖ_n croît suffisamment vite avec n, le premier membre convergeant pour $0 \leqq x \leqq 1$, ou aux équations $\sum_{-\infty}^{+\infty} c_n x^{\varpi_n} = 0$ dont le premier membre présente un point singulier essentiel à l'origine (c_n rationnel).

» A titre d'exemple nous avons établi le résultat suivant :

» *Les puissances entières ou fractionnaires de e ne sont pas racines des équations*

$$\sum_0^\infty \left(\frac{a_n}{(n!)^{(\mu-2)(n+1)^{\mu(n+1)+1}}}\right) x^{l^n} = 0,$$

a_n étant un entier limité, nul ou non, dès que $\mu \geqq 3$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le mouvement le plus général d'un corps solide qui possède deux degrés de liberté autour d'un point fixe.* Note de M. **René de Saussure**, présentée par M. H. Poincaré.

« La position d'un corps solide ayant un point fixe O peut être définie par un point M et une droite D passant par M. Si l'on affecte la droite D d'un sens indiqué par une flèche, la figure (MD) peut être considérée comme un *point dirigé*.

» Lorsqu'un point dirigé tourne autour d'un axe fixe, il décrit par définition une *couronne :* le cercle décrit par le point M est la *base* de la couronne. Il suffit de deux points dirigés pour déterminer une couronne.

» Si le corps solide possède deux degrés de liberté autour du point O, le point M décrit une sphère S et la droite D enveloppe une sphère concentrique S'. Soit (MD) une position particulière du corps solide; tous les déplacements infiniment petits que peut subir le corps sont des rotations autour d'axes instantanés passant par le point O. D'ailleurs le lieu de ces axes est un faisceau plan, car toutes ces rotations peuvent être considérées comme des résultantes de deux d'entre elles. Si l'on fait subir au point dirigé (MD) une rotation complète autour de chacune des droites de ce faisceau, ce point dirigé décrira une série de couronnes dont l'ensemble forme, par définition, un *couronoïde;* la sphère S est la *base* et la sphère S' la *gorge* du couronoïde.

» Le couronoïde ainsi défini est *tangent* au mouvement du corps solide (MD), puisqu'il a en commun avec ce mouvement tous les points dirigés qui définissent les positions du corps solide dans le voisinage de la position (MD). Lorsqu'un point dirigé (MD) engendre un couronoïde, comme il vient d'être dit, le point M décrit une série de cercles qui se recoupent en un même point A symétrique de M par rapport au plan du faisceau des axes de rotation; la droite D décrit une série d'hyperboloïdes de révolution, qui contiennent tous une même droite X, symétrique de D par rapport au plan du même faisceau. Nous dirons que le point A est le *pôle* et la droite X l'*axe* du couronoïde.

» Le point dirigé (AX) définit complètement le couronoïde, car la sphère S passe par le point A, la sphère S' est tangente à X et les génératrices du couronoïde doivent d'une part s'appuyer sur la droite X, d'autre part être tangentes à la sphère S'. Tout plan passant par l'axe X coupe les

sphères S et S′ suivant deux cercles concentriques C et C′; les génératrices du couronoïde contenues dans ce plan forment donc une couronne dont C est la base et C′ l'enveloppe ou la *gorge*.

» Lorsque la droite X est tangente à la sphère S, les sphères S et S′ se confondent, ainsi que les cercles C et C′. Le cercle C est alors une *ligne de flux*, c'est-à-dire que tous les points dirigés qui sont sur ce cercle ont une direction tangente au cercle. Or, si l'on coupe la sphère S par tous les plans qui contiennent l'axe X, on obtient un système de cercles tangents en A à la droite X; tous ces cercles sont des cercles de flux du couronoïde et celui-ci devient un *couronoïde de flux*.

» D'ailleurs, les propriétés d'un couronoïde quelconque seront les mêmes que celles d'un couronoïde de flux, puisque celui-ci peut être considéré comme la projection de celui-là sur la sphère et que l'angle de projection est constant. Ces propriétés sont les suivantes : 1° *tout couronoïde contient une double infinité de couronnes;* en effet, tout cercle tracé sur la sphère S et passant par le pôle A est la base d'une couronne appartenant au couronoïde, car ce cercle rencontrant au pôle tous les cercles de flux, sous un même angle, recoupera ces cercles de flux une seconde fois sous le même angle; 2° *étant donnés deux points dirigés quelconques dans un même couronoïde, la couronne déterminée par ces deux points dirigés appartient aussi au couronoïde,* car par ces deux points et par le pôle A on peut toujours faire passer un cercle; 3° *en chaque point* M *d'un couronoïde passent une infinité de couronnes faisant partie du couronoïde,* car on peut tracer sur la sphère S une infinité de cercles passant par un point M et par le pôle A. Les axes de toutes ces couronnes forment un faisceau dans le plan perpendiculaire sur le milieu de AM, et comme le point M est quelconque, on voit que : 4° *tout couronoïde peut être engendré d'une double infinité de manières différentes, en faisant tourner un point dirigé autour des droites d'un faisceau plan.*

» De ces propriétés découle le théorème suivant :

» *Étant données trois positions quelconques* (MD), (M′D′) *et* (M″D″) *d'un corps solide qui possède un point fixe* O, *il existe toujours un couronoïde contenant ces trois positions, et il n'en existe qu'un seul.* En effet, les figures (MD) et (M′D′) déterminent une couronne C″; les figures (MD) et (M″D″), une autre couronne C′. Les bases de ces deux couronnes se recoupent en un point A et les hyperboloïdes décrits par D se recoupent suivant une droite X; la figure (AX) définit un couronoïde contenant les couronnes C′ et C″ et, par conséquent, les trois positions données du corps solide. Ce couronoïde contiendra aussi la troisième couronne C déterminée par les

figures (M'D') et (M''D''), c'est-à-dire la couronne résultante des couronnes C' et C''.

» En résumé, on voit que le couronoïde joue, dans le mouvement à deux degrés de liberté autour d'un point fixe, le même rôle que la couronne, c'est-à-dire la rotation, dans le mouvement à un degré de liberté. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Lois de l'énergie électrique.* Note de M. E. CARVALLO, présentée par M. Sarrau.

« 1. INTRODUCTION. — J'ai montré (1) qu'on obtient un résultat faux si l'on calcule les phénomènes électrodynamiques offerts par la roue de Barlow au moyen des équations de Lagrange, d'après les idées de Maxwell.

» Or les forces électrodynamiques et les forces électromotrices d'induction, considérées comme des *forces d'inertie,* sont déduites par Maxwell des équations de Lagrange; de plus, l'auteur n'en donne nulle part une expression suffisamment correcte et générale. Il semble donc nécessaire de revenir sur ce sujet.

» 2. EXAMEN CRITIQUE DES ÉNONCÉS DE MAXWELL. DEUX FORCES ÉLECTROMOTRICES D'INDUCTION. — Voici les énoncés de Maxwell, modifiés dans la forme, mais respectés au fond :

» PREMIÈRE LOI. — *Un élément conducteur à trois dimensions, où le courant est p et l'induction magnétique a, subit une force pondéromotrice qui, rapportée à l'unité de volume, est représentée par le même vecteur* $|[pa]$ (2) *que le parallélogramme construit sur les vecteurs p et a.*

» DEUXIÈME LOI. — *La force électromotrice induite dans un circuit conducteur, filiforme et mobile, est la dérivée changée de signe du flux de l'induction magnétique a qui traverse le circuit mobile* (3).

» Dans le premier énoncé, Maxwell comprend bien la roue de Barlow : la force électrodynamique est attachée au conducteur, non au courant, de façon qu'elle déplace la roue, non le courant. Quant au deuxième énoncé, il est exact pour les conducteurs filiformes, mais il confond deux parties

(1) E. CARVALLO, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 924; décembre 1901.

(2) MAXWELL, *Traité d'Électricité,* nos 490 et 501 (édition française). — Notation de Grassman.

(3) MAXWELL, n° 531.

essentiellement distinctes de la force électromotrice, de sorte qu'il devient défectueux dans le cas de la roue de Barlow. La première partie est due au mouvement du conducteur : *c'est l'intégrale, le long du circuit, du vecteur* $[x'\alpha]$ *qui représente l'aire du parallélogramme construit sur la vitesse* x' *du conducteur et le champ magnétique* α. La deuxième partie de la force électromotrice est due aux variations magnétiques du champ : *c'est la vitesse de variation, changée de signe, du flux de l'induction magnétique a embrassée par le circuit considéré comme fixe*. La somme de ces deux parties représente, dans les deux cas, la force électromotrice induite dans le circuit, qu'il soit filiforme ou qu'il contienne la roue de Barlow. L'expérience de Barlow nous conduit donc aux trois énoncés suivants :

» 3. Lois de l'inertie électrique. — Première loi. — *Un élément conducteur non magnétique, où le courant est p et le champ magnétique* α, *subit une force électrodynamique représentée par le vecteur* $|[p\alpha]$.

» Deuxième loi. — *Un élément conducteur, non magnétique et en mouvement, où la vitesse est* x' *et le champ magnétique* α, *est le siège d'une force électromotrice d'induction représentée par le vecteur* $|[x'\alpha]$.

» Troisième loi. — *La force électromotrice d'induction dans un contour fermé est la somme de deux termes, d'une part l'intégrale du vecteur* $|[x'\alpha]$ *le long du contour, d'autre part la dérivée changée de signe du flux de l'induction magnétique a qui traverse le contour supposé fixe.*

» Que deviennent ces lois quand on considère des substances conductrices magnétiques, diélectriques, électrolytiques? Maxwell a deviné que, alors, c'est le vecteur induction magnétique *a* qui remplace le champ magnétique α; le courant total *u*, qui remplace le courant de conduction *p*. Tel sera le changement à apporter aux énoncés et qu'il importera de contrôler par de nouvelles expériences.

» 4. Vérifications expérimentales. — 1° Remplacer la roue de Barlow par une roue de fer doux; la force électrodynamique appliquée à la roue sera augmentée en raison de l'induction magnétique renforcée par le fer doux. La force électromotrice d'induction produite par la rotation de la roue sera aussi augmentée. Les deux augmentations sont corrélatives en vertu du principe de l'énergie et conformément au calcul de Helmholz.

» 2° Que la roue soit d'acier, aimantée suivant son axe, vous pourrez supprimer l'aimant inducteur, la roue tournera encore, et sa rotation provoquera encore des forces électromotrices d'induction suivant les rayons de la roue.

» 3° Que la roue soit de verre ou d'ébonite, la force électromotrice d'in-

duction pourra être révélée de deux façons : si le champ magnétique est permanent, par un champ électrostatique suivant les rayons de la roue; s'il est alternatif, par des courants alternatifs dans un conducteur joignant le centre à la circonférence. Inversement, la production de courants alternatifs synchrones avec le champ magnétique déterminera sur la roue une force pondéromotrice capable de la faire tourner.

» 4° Sur un courant vertical d'eau acidulée, établissez un champ magnétique nord-sud et une prise de circuit dans la direction est-ouest. Un courant électrique traversera le circuit.

» La deuxième expérience est classique et dispense de la première. La troisième expérience n'a pas été réalisée, que je sache. La quatrième l'a été par M. Bouty.

» 5. *Conclusions.* — J'ai formulé trois lois qui n'ont pas été énoncées dans leur généralité par Maxwell et pourtant sont implicitement dans ses formules (éq. A n° 591, éq. B n° 598). C'est paradoxal! Comment, des équations de Lagrange, Maxwell peut-il tirer les lois de la roue de Barlow incompatibles avec elles. Voici : il considère un conducteur filiforme (n° 594), les équations de Lagrange s'appliquent. Il y trouve les deux forces $|[p\alpha]$ (n° 595) et $|[x'\alpha]$ (n° 596); puis il étend les résultats aux corps à trois dimensions (n° 598) sans prendre garde que, dans ce cas, les équations de Lagrange ne donnent pas les deux forces trouvées pour les conducteurs filiformes. C'est agir en physicien, non en géomètre. Il importait de le dire; c'est ce que nous avons fait en invoquant cette loi expérimentale: *Le rayon vertical de la roue de Barlow subit les mêmes effets que si c'était un conducteur filiforme.* »

PHYSIQUE. — *Sur une application nouvelle d'observations optiques à l'étude de la diffusion.* Note de M. **J. Thovert**, présentée par M. J. Violle.

« Lorsqu'un rayon lumineux pénètre horizontalement dans une cuve parallélépipédique où l'on a superposé deux solutions différemment concentrées d'un même sel, il est dévié du côté des fortes concentrations, et sa déviation à la sortie de la cuve est proportionnelle à la dérivée dans le sens vertical de l'indice de réfraction de la solution traversée. La mesure de cette déviation est donc sensiblement proportionnelle à la dérivée de la concentration (O. Wiener, *Ann. Wied.*, t. XLIX).

» Nous avons appliqué l'observation de ces déviations à la vérification

des lois de la diffusion et à la détermination des constantes de diffusion, en nous appuyant sur les considérations suivantes :

» L'intégration, pour le cas indiqué, de l'équation différentielle élémentaire de la diffusion (en y supposant constante la vitesse de passage) donne, pour expression de la dérivée de la concentration,

$$\frac{dc}{dx} = \sum_{n=1}^{n=\infty} \mathrm{A}_n \sin \frac{n\pi x}{h^2} e^{-\frac{n^2\pi^2}{h^2}kt},$$

où x marque le niveau, h la hauteur totale de la cuve, k la constante de diffusion, n étant un nombre entier.

» Après un temps suffisamment long, l'expression doit se réduire sensiblement au premier terme et, quelles que soient les conditions initiales de l'expérience, la dérivée de la concentration varie, à un instant donné, suivant la fonction sinusoïdale $\sin \frac{\pi x}{h}$, et en un point donné suivant l'exponentielle simple du temps, $e^{-\frac{\pi^2}{h^2}kt}$.

» L'observation vérifie bien ces conclusions, et dans une cuve remplie d'abord sur un tiers de sa hauteur par une solution de chlorure de sodium, puis sur les deux autres tiers d'eau distillée, on voit progressivement la déviation maximum des rayons lumineux se rapprocher du milieu de la hauteur, et après soixante-douze heures la distribution sinusoïdale des déviations est réalisée.

» Quand ce régime est atteint, il est facile d'obtenir la constante de diffusion par l'observation de la déviation d'un rayon lumineux traversant la cuve en un point quelconque, en deux temps, t_1, t_2. On a

$$k = \frac{h^2}{a^2} \frac{\mathrm{L}\,\Delta_1 - \mathrm{L}\,\Delta_2}{t_1 - t_2},$$

Δ_1 et Δ_2 étant les résultats bruts des observations, proportionnels aux déviations du rayon.

» Cette détermination de k est ainsi indépendante de l'organisation de l'expérience.

» Pour la commodité et la sensibilité des mesures, il est cependant important d'observer en des temps aussi voisins que possible du début de l'expérience. Les remarques suivantes peuvent y aider.

» En remplissant la cuve à l'origine, exactement par moitié, des deux solutions, les termes pairs disparaissent dans l'expression de la dérivée $\frac{dc}{dx}$.

De plus, aux niveaux particuliers $\frac{h}{3}$ et $\frac{2h}{3}$, le troisième terme disparaît également, de sorte que, en ces points, on atteint très rapidement la variation des déviations suivant la loi $e^{-\frac{\pi^2}{h^2}kt}$.

» On peut aussi faire une combinaison d'observations qui variera suivant cette loi, dès le début de l'expérience. Observant les déviations aux niveaux $\frac{h}{6}$, $\frac{h}{3}$ et $\frac{h}{2}$, si l'on fait la somme $\Delta_{\frac{h}{6}} + \sqrt{3}\,\Delta_{\frac{h}{3}} + \Delta_{\frac{h}{2}}$, elle se réduit à une expression proportionnelle à $e^{-\frac{\pi^2}{h^2}kt}$, les facteurs des autres exponentielles s'annulant.

» On a ainsi rempli une cuve de 52^{mm} de hauteur, moitié d'acide chlorhydrique à 1,5 pour 100, moitié d'eau distillée, et l'on a observé les déviations des rayons lumineux aux niveaux $\frac{h}{6}$, $\frac{h}{3}$, $\frac{h}{2}$, $\frac{2h}{3}$, $\frac{5h}{6}$.

» Le Tableau suivant renferme ces déviations en unités arbitraires, aux heures 2, 5, 8, 12 et 24. Il contient aussi les valeurs de l'expression

$$\Sigma = \left(\Delta_{\frac{h}{6}} + \Delta_{\frac{5h}{6}}\right) = \sqrt{3}\left(\Delta_{\frac{h}{3}} + \Delta_{\frac{2h}{3}}\right) + 2\Delta_{\frac{h}{2}},$$

qui a une valeur double de celle indiquée plus haut, et les différences logarithmiques de Σ, ramenées à l'unité de temps (seconde). Ces différences, on le voit, sont constantes dès le début, malgré que la distribution sinusoïdale ne soit établie qu'après la douzième heure.

Heures.	$\Delta_{\frac{h}{6}}$.	$\Delta_{\frac{h}{3}}$.	$\Delta_{\frac{h}{2}}$.	$\Delta_{\frac{2h}{3}}$.	$\Delta_{\frac{5h}{6}}$.	Σ.	$\mathcal{L}.\Sigma$.	$\delta.\mathcal{L}\Sigma$.	$\frac{\delta.\mathcal{L}\Sigma}{t'-t} \times 10^5$.
2	50	470	1021	420	48	3690	5,911		
								112	1,04
5	172	500	659	460	160	3310	5,799		
								106	0,98
8	205	444	538	416	198	2967	5,693		
								155	1,03
12	206	368	432	362	207	2541	5,538		
								435	1,01
24	135	240	275	236	137	1646	5,103		

» Nous exposerons ultérieurement le mode expérimental que nous avons adopté pour la mesure des déviations, ainsi que les principaux résultats des expériences déjà faites. »

PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude des tubes de Geissler dans un champ magnétique.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Les tubes dont je me suis servi étaient cylindriques, avaient 1^{m} de long environ et 17^{mm} de diamètre extérieur ; ils étaient pourvus de grosses électrodes en aluminium. L'un contenait des vapeurs d'alcool ou d'éther et donnait de belles stratifications ; un second ne contenait que de l'oxygène raréfié ; le troisième, qui donnait aussi de très belles stratifications, contenait de l'hydrogène mélangé d'un peu d'azote (d'après l'analyse spectrale). Les phénomènes dont je vais parler étaient les mêmes pour les trois tubes. Le champ magnétique était fourni par un électro-aimant Weiss.

» I. Si l'on place un de ces tubes entre les pôles de l'électro-aimant de façon que sa direction soit perpendiculaire au champ magnétique, dès que le champ est produit on voit les phénomènes suivants.

» La lumière anodique se réduit à un mince filet collé à la paroi du tube dans la partie où le champ est intense, ce qui est un phénomène bien connu et facilement explicable par l'action électromagnétique qu'exerce le champ sur le courant constitué par le flux anodique. Mais, en même temps, on voit les stratifications se resserrer dans la partie soumise au champ et d'autant plus que celui-ci est plus intense. Le tube étant assez long pour que l'anode et la cathode fussent sensiblement soustraites à l'action du champ, on peut remarquer que, pendant la période où le champ croît (qui est assez longue dans un puissant électro-aimant, à cause de la self-induction), les stratifications se tassent du côté où le champ est le plus intense, tandis que de nouvelles stratifications semblent s'échapper de l'anode ; du côté de la cathode, au contraire, les stratifications restent immobiles. A en juger seulement par les apparences, on dirait que la matière contenue entre deux strates obscures reste constante, pendant que le champ augmente d'intensité, et qu'elle se condense dans la partie soumise au champ, tandis qu'une nouvelle quantité de matière s'échappe de l'anode pour combler le vide produit par le tassement de la matière dans le champ. Ce n'est là qu'une image, bien entendu, pour faire comprendre l'aspect du phénomène. Il va sans dire que, si l'on fait décroître l'intensité du champ magnétique, on voit les phénomènes inverses se produire.

» En même temps on observe un autre phénomène : les stratifications, normales à l'axe du tube dans les parties non soumises à l'action du champ, deviennent obliques à l'axe dans le champ et d'autant plus que celui-ci est plus intense, sans toutefois que cette inclinaison dépasse 45°, autant qu'on en peut juger (¹).

» La loi de cette inclinaison est la suivante :

» *Les stratifications montent de la gauche à la droite d'un observateur qui serait placé dans l'axe du tube et qui regarderait dans le sens du champ* (qui regarderait le pôle sud). *Le plan de la strate contient la direction du champ.*

» Faisons remarquer qu'il est inutile d'indiquer si les pieds de l'observateur sont du côté de l'anode ou de la cathode, car si celui-ci venait à se retourner bout pour bout dans le tube, les stratifications monteraient encore de sa gauche à sa droite. Aussi, quand on vient à renverser le sens de la décharge dans le tube, le filet anodique dans le champ passe au côté opposé du tube, mais l'inclinaison des stratifications reste la même comme sens. Il en est autrement si l'on renverse le sens du champ magnétique : on voit alors l'inclinaison des stratifications changer de sens.

» Le phénomène se produit aussi bien dans un champ uniforme que dans un champ non uniforme, dans un champ constant que dans un champ variable. Les champs les plus convenables pour bien voir ces phénomènes d'obliquité sont compris entre 90 et 170 unités C.G.S. Pour des champs plus intenses, les stratifications disparaissaient dans les tubes que j'ai employés.

» II. Je vais signaler maintenant un second phénomène totalement différent du précédent et qui me paraît plus intéressant parce qu'il est paradoxal.

» Pour observer ce phénomène, le tube est placé dans les trous pratiqués à l'intérieur des pièces polaires, afin de laisser passer les rayons lumineux dans les expériences de polarisation rotatoire. La portion du tube placée entre les pièces polaires de l'électro-aimant se trouve ainsi dans un champ intense, suivant la direction de celui-ci. Dans mes expériences, ces pièces polaires étaient constituées par des cylindres de $0^m,07$ de diamètre, terminées par des faces planes, et distantes de $0^m,04$ et $0^m,05$.

» En l'absence du champ, la portion du tube comprise entre les pièces polaires est complètement remplie par la lumière anodique; mais, dès

(¹) Je n'ai pas mesuré cette inclinaison; elle n'est pas constante, du reste, dans l'étendue d'une même strate, car celle-ci prend une forme nettement courbe.

qu'on produit un champ intense (2500 à 3000 unités C.G.S.), on voit le faisceau anodique diminuer de diamètre et ne plus occuper qu'un tiers environ de la section du tube suivant l'axe, de façon que la lumière anodique ne touche plus les parois du tube.

» Il paraît difficile d'expliquer ce phénomène par une action électromagnétique : 1° parce que le courant est ainsi dirigé suivant la direction même du champ et que, du reste, tout est symétrique autour du tube; 2° parce que, si l'on change soit le sens du courant en intervertissant les rôles des électrodes, soit le sens du champ, le phénomène ne change pas de sens, ce qui est contraire à la loi des actions électromagnétiques.

» On ne voit donc comme possible qu'une action simplement magnétique : les gaz, s'ils sont magnétiques, doivent se condenser dans les parties où le champ a le maximum d'intensité, et, s'ils sont diamagnétiques, dans les parties où le champ a le minimum d'intensité. Au moyen de la petite bobine exploratrice de Verdet, j'ai étudié l'intensité du champ dans ses différentes régions : il est à peu près uniforme entre les pièces polaires; pourtant il a un maximum d'intensité sur l'axe de symétrie; on trouve qu'en face des trous des pièces polaires la valeur du champ est supérieure d'un trentième à la valeur qu'il possède en face du fer dans la partie voisine des trous. La concentration du gaz suivant l'axe du tube s'explique donc aisément pour un gaz magnétique, comme l'oxygène; mais le phénomène est le même pour l'hydrogène, et je me suis assuré dans ce cas, comme dans les autres, au moyen de l'analyse spectrale, de la nature du gaz qui compose le cylindre axial. Faut-il admettre que tous les gaz que j'ai étudiés, y compris l'hydrogène, sont magnétiques dans les circonstances où ils se trouvent quand ils sont illuminés par la décharge? »

PHYSIQUE. — *Pouvoir refroidissant et conductibilité de l'air.* Note de M. P. COMPAN, présentée par M. Mascart.

« J'ai déterminé les vitesses de refroidissement d'une boule de cuivre noircie de 2^{cm} de diamètre, placée au centre d'un ballon de verre dans lequel était introduit de l'air sec, à des pressions différentes, par la méthode et avec le dispositif indiqués dans ma Note précédente [1].

---

(1) COMPAN, *Lois du rayonnement aux basses températures* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 813).

» On sait que Dulong et Petit ont donné pour le facteur de refroidissement dû à l'air l'expression $np^c t^b$, p étant la pression, t l'excès de température du corps sur l'enceinte, n une constante pour un même corps.

» J'ai déterminé les valeurs des exposants c et b dans le cas de deux enceintes différentes, avec un ballon de 16^{cm}, puis avec un ballon de $8^{cm},3$ de diamètre.

» 1° *Ballon de* 16^{cm}. — J'ai fait huit déterminations à des pressions constantes comprises entre $759^{mm},5$ et $1^{mm},5$; dans chacune, les températures de la boule variaient de 280° à 0°, le ballon étant entouré de glace fondante. Les courbes d'égale pression et d'égale température que j'ai obtenues sont continues; celles-ci montrent que la vitesse décroît régulièrement de 759^{mm} à 15^{mm}; au-dessous, la diminution devient très rapide.

» Les valeurs de b et c sont calculées, comme l'ont fait de la Provostaye et Desains [1], de façon à éliminer la part due au rayonnement.

» *Valeurs de b.* — En prenant des pressions comprises entre $759^{mm},5$ et 15^{mm}, les valeurs de b sont très peu différentes, et leur moyenne est constante et égale à 1,232; pour des pressions inférieures à 15^{mm}, les moyennes de b augmentent quand la pression diminue; ainsi, avec $p = 5^{mm}$, on a $b = 1,282$; avec $p = 1,5$, on a $b = 1,296$.

» *Valeurs de c.* — Ces valeurs oscillent sans règle autour de 0,45 avec des écarts plus grands que pour b, mais leur moyenne est sensiblement 0,45; pour des pressions inférieures à 15^{mm}, elles vont aussi en augmentant.

» 2° *Ballon de* $8^{cm},3$. — J'ai fait de même huit déterminations entre $759^{mm},4$ et 3^{mm}, les températures variant de 302° à 0°.

» Les courbes d'égale pression sont plus inclinées que celles du grand ballon. Les isothermes montrent : 1° qu'à une même température la vitesse est plus petite que dans le grand ballon; 2° qu'à partir de 50^{mm} jusqu'à 3^{mm}, la vitesse reste constante, et enfin qu'au-dessous de 3^{mm} jusqu'à zéro la diminution de vitesse est très brusque.

» Le calcul de b et c, pour des pressions supérieures à 50^{mm}, donne des nombres plus faibles que les précédents, mais constants; je trouve $b = 1,154$, $c = 0,30$.

» *En résumé*, avec un ballon de 16^{cm}, on a $b = 1,232$, $c = 0,45$ (nombres donnés par Dulong et Petit), tant que la pression est supérieure à 15^{mm}; la moyenne de b a toujours été de 1,232, alors que, d'après les expériences de Desains, la moyenne de b semblait devenir arbitraire. Pour des pressions inférieures et allant en diminuant, j'ai trouvé que ces valeurs augmentent toutes deux.

» Avec un ballon de $8^{cm},3$ pour des pressions supérieures à 50^{mm}, j'ai trouvé des valeurs de b et c plus petites ($b = 1,154$, $c = 0,30$), mais constantes, tandis que Desains a trouvé que, dans les petites enceintes, b et c n'étaient plus constants.

» *Conductibilité.* — On admet que, lorsque la vitesse v_1 devient indé-

---

(1) De la Provostaye et Desains, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XVI, p. 343.

pendante de la pression, les courants de convection n'ont plus lieu et que le refroidissement de l'air est dû à sa conductibilité.

» En retranchant de ces vitesses v_1 les vitesses v_2, dues au rayonnement, que j'ai obtenues avec ce ballon, on peut calculer la conductibilité K_0 de l'air à zéro, ainsi que son coefficient de température γ. On a, en effet, pour la conductibilité K à t degrés,

$$K = \frac{Pce}{tS}(v_1 - v_2),$$

P poids de la boule $= 38^{gr},539$; c chal. spéc. du cuivre rouge $= 0,0968$; e épaisseur du mur gazeux $= 3^{cm},15$; S surface de la boule.

» Je trouve que, de 300° à 0°, les valeurs de K sont sensiblement représentées par une droite qui donne, pour la conductibilité à 0°, $K_0 = 0,0000479$ et, pour coefficient de température, $\gamma = 0,00130$. La valeur de K_0 est identique à celle trouvée par plusieurs physiciens, mais celle de γ est plus petite que celles qui ont été publiées; elle montre que, dans ce cas, on a $\frac{K_t}{K_0} = \sqrt{\frac{T}{T_0}}$, conformément à la théorie de Clausius. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observation de couronnes antisolaires au Puy de Dôme*. Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Mascart.

« Depuis le 2 octobre 1901, j'ai eu l'occasion d'observer quatre fois, au sommet du Puy de Dôme, les *couronnes antisolaires* ou *spectre du Brocken* (¹). M. David, météorologiste résidant à l'observatoire du sommet, l'a observé plus de vingt fois dans la même période et a pu faire quelques mesures de diamètres apparents.

» Le 3 octobre au matin, nous étions sur la tour de l'observatoire, quand nous fûmes enveloppés d'un brouillard léger sur lequel chacun de nous vit se projeter son ombre, entourée d'une auréole pâle, et, tout autour, une couronne d'une dizaine de degrés de diamètre, orange sur son bord extérieur.

» Le 10 novembre, avant le coucher du Soleil, on pouvait voir l'ombre du Puy de Dôme se projeter sur une *mer de nuages* qui couvrait les plaines. En se mettant sur la tour, ou sur un point du *profil* de la montagne, chacun

(¹) Mascart, *Optique*, t. III, § 742, p. 424.

voyait encore l'ombre de sa tête entourée d'une auréole et, cette fois, de deux couronnes qui *paraissaient* localisées à la surface de la mer de nuages, à plusieurs kilomètres de l'observateur. Le phénomène doit être fréquent; il ne paraît pas y avoir été signalé jusqu'ici.

» *Mesures faites le* 1er *décembre* 1901, *de* $3^h 45^m$ *à* $4^h 15^m$ *soir.* — M. David a observé jusqu'à trois couronnes, sans compter l'auréole centrale blanc jaunâtre bordée extérieurement de rouge. Dans les autres couronnes, les couleurs sont disposées de même, toujours le rouge en dehors. La première est jaune à l'intérieur; dans les autres, la couleur la plus visible en dedans est le vert.

» A l'aide d'un sextant, on faisait alternativement une mesure du diamètre extérieur de la première couronne et de son diamètre intérieur. L'ensemble des deux mesures pouvait durer une à deux minutes. On recommençait; et cette répétition a permis de saisir sur le fait une variation continue, assez rapide, dans le diamètre de la couronne.

Première couronne : demi-diamètre apparent.

Observations.	Rouge (extérieur).	Observations.	Jaune (intérieur).
	° ′		° ′
1.......	5.16	2.......	3. 2
3.......	5.14	4.......	3. 0
5.......	5.10	6.......	3. 0
7.......	5. 2	8.......	2.30
9.......	4.58	10.......	2.25

» Deuxième couronne : demi-diamètre extérieur compris entre 8°22′ et 8°40′.

» La troisième couronne n'était pas assez nette pour se prêter à des mesures.

» *Mesures faites le* 2 *décembre* 1901, *de* $2^h 30^m$ *à* $3^h 10^m$ *soir.* — On a observé quatre couronnes, outre l'auréole. J'extrais quelques nombres du registre de M. David.

Première couronne : demi-diamètre apparent.

Observations.	Rouge (extérieur).	Observations.	Jaune (intérieur).
	° ′		° ′
1.......	2.30	2.......	1.18
3.......	2.43	4.......	1.20
5.......	2.48	6.......	1.15
....	....	....	....
29.......	3.38	30.......	1.52
31.......	3.32	32.......	1.46

» A ce moment, l'observateur est interrompu par la chute d'une masse de givre, détachée de l'anémomètre et qui le recouvre complètement. Il reprend les mesures cinq à six minutes après :

Première couronne ; demi-diamètre apparent. Bord rouge.	Première couronne ; demi-diamètre apparent. Bord jaune.	Deuxième couronne. Bord rouge.	Troisième couronne. Bord rouge.
Obs. 33... 2°.42′	Obs. 34... 1°.19′	»	»
43... 2.32	44... 1.23	Obs. 45... 4°.12′	Obs. 46... 5°.50′
47... 2,26	48... 1.18	49... 4.17	50... »
51... 2.27	52... 1.15	53... 4.50	54... 5.40
55... 2.48	56... 1.24	57... 5.00	»
58... 3.00	59... 1.35	60... 5.10	»
61... 3.10	62... 1.41	»	»

» Auréole centrale : bord extérieur rouge, 0°48′ à 0°52′.

» Ici, les oscillations du diamètre avec le temps sont bien manifestes. Si l'on compare ces nombres avec ceux de la veille, on voit que le diamètre apparent des couronnes du même ordre peut varier du simple au double du jour au lendemain.

» Il restait à examiner si ces variations sont en relation avec des changements dans l'état du brouillard, qu'on puisse déceler par d'autres moyens. Le diamètre des couronnes doit augmenter quand la grosseur des gouttes diminue.

» J'ai examiné, pour le 1er et le 2 décembre, les courbes fournies par le thermomètre et l'hygromètre enregistreurs du Puy de Dôme, et aussi les courbes des enregistreurs de la station d'Orcines, qui fait partie du réseau de stations de la Commission météorologique départementale. Elle est située à 832m d'altitude, sur le plateau qui sert de socle à la chaîne des Puys, à environ 4km à vol d'oiseau à l'est-nord-est du Puy de Dôme; en outre des instruments à lecture directe, l'observateur, M. Gilbert Lefebvre, a installé des enregistreurs depuis plusieurs années. Les couronnes étaient observées au Puy de Dôme sur le brouillard, à peu près dans la direction d'Orcines, et Orcines était à 200m ou 300m *au-dessous* du niveau de la couche de brouillard d'où le Puy de Dôme émergeait. Il y avait donc intérêt, pour savoir ce qui se passait à la surface du brouillard, à comparer les nombres donnés au-dessus et au-dessous.

» 1. Le 2 décembre, l'humidité relative est presque 100 au Puy de Dôme; elle varie entre 80 et 90 à Orcines. Elle présente, vers 3h, aux deux stations, un ressaut léger, mais brusque; ressaut précédé et suivi à Orcines de deux portions de courbes légèrement descendantes. A 3h, on a + 1° à Orcines et + 2° au Puy de Dôme. Le vent est assez fort, et l'état de condensation dans les couches supérieures du brouillard subit ainsi des oscillations.

» 2. Le 1er décembre, les résultats sont plus nets. L'humidité relative augmente de 80 à 81 entre 3h30m et 4h au Puy de Dôme et de 62 à 69 à Orcines; elle passe, un peu après 4h, par un maximum. En même temps, il y a aux deux stations baisse de température (+ 1°,5 à — 0°,5; et + 0°,3 à — 0°2). *L'humidité augmente certainement*

aux deux stations pendant la période des observations où l'on a vu le diamètre des couronnes diminuer.

» 3. *Si l'on compare les deux journées, on voit que celle qui est la plus humide correspond aux plus petites couronnes.*

» Il semble bien que, malgré ces variations, les rapports du diamètre intérieur de la première couronne et des diamètres des suivantes, au diamètre extérieur de la première, gardent des valeurs constantes. La dispersion resterait ainsi indépendante de la grosseur des gouttes. »

PHYSIQUE. — *Sur un thermomètre à éther de pétrole.* Note de **M. L. Baudin**, présentée par M. H. Moissan.

« M. Kohlrausch a signalé l'éther de pétrole comme corps thermométrique incongelable dans l'air liquide ([1]) et M. P. Chappuis a rappelé ce fait au Congrès international de Physique ([2]).

» Dans ces derniers temps, M. Holborn a étudié comparativement un thermomètre à éther de pétrole avec la pince thermométrique et le thermomètre à hydrogène ([3]).

» Les liquides employés ne restaient pas toujours limpides aux basses températures de l'air liquide.

» Je me suis servi avec succès d'un éther de pétrole plus léger que celui de Kohlrausch et d'une densité de 0,647 à + 15°, pour la construction d'un semblable thermomètre.

» Cet éther s'est parfaitement comporté dans l'air liquide mis obligeamment à ma disposition par M. Moissan, et il est resté incongelé et parfaitement transparent. Nous avons pu déterminer la graduation, au moyen de la glace fondante et des points d'ébullition du chlorure de méthyle, de l'oxyde azoteux et de l'oxygène. »

CHIMIE. — *Sur la constante de dilution des dissolutions salines.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. G. Lemoine.

« De ce que, à toute température, la chaleur de dissolution varie dans le même sens que le degré de dilution, il résulte que le taux de la dissolu-

---

([1]) *Wied. Ann.*, t. LX, p. 463; 1897.

([2]) *Rapport présenté au Congrès international de Physique;* 1900.

([3]) *Ann. der Physik,* vierte Folge; 1901.

tion est sans action sur le point mort de dilution, c'est-à-dire sur la température à laquelle la dilution se fait sans absorption ni dégagement de chaleur ([1]). Cette température ne dépend alors que de la nature du corps dissous; c'est une *constante caractéristique* qui, à l'instar du poids moléculaire, n'est pas influencée par certaines conditions physiques, telles que la densité de la solution et, par suite, la pression osmotique.

» Ce résultat, trouvé sur des dissolutions aqueuses de sel marin à 25^{gr} par litre, s'étend à la solution saturée qui est dix fois plus concentrée. Celle-ci, enfermée dans une ampoule de 100^{cc}, est plongée dans un vase clos contenant 400^{cc} d'eau distillée. On agite longtemps les liquides placés dans une enceinte à température constante; puis, lorsque l'équilibre de température est atteint, on brise l'ampoule et l'on observe le refroidissement indiqué par les thermomètres placés dans l'ampoule et dans l'eau. En portant en ordonnées les refroidissements et en abscisses les températures d'opération correspondantes, on obtient une courbe presque rectiligne qui coupe l'axe des abscisses sous un angle très ouvert, de sorte que le point d'intersection, qui est le point mort cherché, est très net. Pour le sel marin, les résultats obtenus sont portés au Tableau ci-dessous; ils conduisent à 52° pour la valeur du point mort de dilution relatif à la solution saturée. C'est exactement la température que nous avons trouvée par une autre méthode, en opérant sur des dissolutions dix fois plus étendues (*loc. cit.*).

» Remarquons toutefois que notre mode opératoire initial n'a pas la précision de celui que nous venons d'exposer, du moins quand les chaleurs de dilution sont faibles. Car, d'une part, la dissolution d'un solide, étant moins rapide que la diffusion d'une liqueur saline, entraîne une correction plus forte; d'autre part, les courbes dont on cherche l'intersection étant très rapprochées, une faible erreur ($\frac{1}{100}$ à $\frac{2}{100}$) sur les déterminations et les corrections de température vers 100° fait considérablement varier la position du point d'intersection ([2]).

([1]) *Sur les points d'inversion des dilutions* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 585; 14 octobre 1901).

([2]) C'est ainsi que la température de 83°, indiquée dans ma dernière Note comme point mort de dilution d'une solution de sel en liqueur chlorhydrique, se rapprocherait de 60°, nombre plus probable fourni en diluant directement une solution chlorhydrique saturée de sel marin dans un grand excès de la solution chlorhydrique exempte de sel. Il est vrai que dans un cas on part du sel anhydre et, dans l'autre cas, d'une combinaison plus ou moins dissociée NaCl, HCl.

» La méthode que je viens d'exposer montre que les solutions de chlorure de potassium se diluent sans changer de température à 64°, 5; celles de l'azotate de soude, vers 116°; celles de l'azotate de potasse, vers 122°. Ces deux derniers nombres, obtenus par extrapolation, sont moins rigoureux que ceux qui se rapportent au sel marin et au chlorure de potassium. Voici les données qui ont servi à établir ces chiffres : T désigne la température à laquelle le mélange a été fait, et A l'abaissement de température correspondant mesuré en degrés centigrades et relatif à la dilution de 100^{cc} de liqueur saturée dans 400^{cc} d'eau distillée.

Na Cl.		K Cl.		Az O³ Na.		Az O³ K.	
T.	A.	T.	A.	T.	A.	T.	A.
15° ...	−0°,715	13°,4...	−0°,465	14°,4...	−2°,33	41°,5...	−0°,39
36,7...	−0,25	29 ...	−0,31	18 ...	−2,22	49,3...	−0,35
43,8...	−0,15	40,3...	−0,21	29,3...	−1,94		
46,6...	−0,085	41,5...	−0,20	42 ...	−1,62	57,2...	−0,31
53,5...	+0,03	46,3...	−0,145	89,7...	−0,63	88 ...	−0,16
54,2...	+0,03	56,3...	−0,07	92,7...	−0,59	92 ...	−0,145
		92,8...	+0,18				

» La dissolution de sel marin soumise à l'expérience renfermait 310^{gr} de sel par litre, celle de chlorure de potassium 278^{gr}; 100^{gr} d'eau avaient été ajoutés à 25^{gr} de salpêtre et à 80^{gr} de nitrate de soude.

» En expérimentant sur une solution de nitrate sodique trois fois plus étendue, le point mort de dilution ne paraît pas varier; mais, là encore, sa détermination résulte aussi d'une extrapolation.

» Il reste à voir si les sels hydratés jouissent de la même propriété que les sels anhydres que nous venons d'étudier. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le strontium métallique et son hydrure.* Note de M. GUNTZ, présentée par M. A. Haller.

« Le Travail que M. Gautier vient de publier sur les alliages du strontium avec le zinc et le cadmium me force à présenter à l'Académie, quoique encore incomplets, les résultats de recherches en cours d'exécution sur le strontium et son hydrure.

» Le strontium donne, comme on le sait, de même que le baryum, par électrolyse de la solution aqueuse de son chlorure, avec une cathode de mercure, un amalgame assez facile à obtenir en grande quantité, quoiqu'il

soit assez altérable, et dont nous avons étudié la composition, il y a déjà quelques années, M. Ferée et moi.

» Comme les propriétés du strontium sont encore peu connues, j'ai cherché à retirer le métal de son amalgame, en suivant la même méthode et le même dispositif expérimental que pour le baryum.

» Lorsqu'on chauffe dans le vide, avec précaution et très lentement, de l'amalgame de strontium dans une nacelle en fer, il perd son mercure, moins facilement, il est vrai, que le baryum dans les mêmes conditions; l'amalgame de strontium s'agglomère au rouge, mais, comme il ne fond pas aussi facilement que celui de baryum, il faut porter la nacelle à une température plus élevée. On obtient alors un produit d'aspect métallique qui ne renferme plus que des traces de mercure: c'est le strontium.

» Lorsqu'on chauffe l'amalgame de strontium dans un courant d'hydrogène, on constate que l'absorption de ce gaz commence à une température plus élevée que pour le baryum; il y a également formation d'un hydrure blanc, fusible au rouge et de formule SrH^2, d'après mes analyses; mais il est difficile de transformer ainsi tout l'amalgame en hydrure, car, en fondant, ce dernier recouvre l'amalgame et l'empêche de perdre tout son mercure, même à 1200°. Dans les mêmes conditions, avec l'amalgame de baryum tout le produit eût été volatilisé.

» Lorsqu'on veut obtenir l'hydrure pur, il faut commencer par préparer le strontium en chauffant convenablement l'amalgame dans le vide, puis en faisant arriver l'hydrogène lorsque tout le mercure est sensiblement chassé.

» Les propriétés du strontium sont semblables à celles du baryum; il semble cependant ne pas se combiner aussi facilement à l'ammoniaque liquide, ou, du moins, dans les conditions où le baryum donne facilement avec AzH^3 le liquide mordoré caractéristique des ammoniums, le strontium est sans action. J'étudie d'ailleurs les conditions de formation de ce composé.

» Je compte aussi donner bientôt toutes les analyses montrant la pureté des corps ainsi obtenus, et déterminer leurs chaleurs de formation, pour les comparer à celles des autres métaux alcalinoterreux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la pluralité des oxydes bleus de molybdène.* Note de M. G. **Bailhache**, présentée par M. Haller.

« C'est avec la plus grande facilité que l'on peut obtenir de l'oxyde bleu de molybdène, en partant du composé $Mo^2O^5, 2SO^3$ que j'ai décrit dans une Note précédente ([1]).

» Il suffit, en effet, d'exposer à l'action de l'air une solution suffisam-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII; février 1901.

ment concentrée de ce sulfate, pour voir sa nuance passer du brun au vert, puis au bleu de plus en plus pur. Il se dépose en même temps, au fond du vase, une matière bleue, en conglomérats présentant souvent l'aspect de cubes très réguliers, quoique non cristallins. Mais la composition de ce corps varie avec les circonstances qui président à sa production, selon le temps plus ou moins long d'exposition à l'air, selon aussi la nature de la solution saline qui a été employée pour son lavage, et qu'il est difficile d'enlever complètement, car il se dissout dans l'eau avec la plus grande facilité, à mesure que l'on élimine le sel dont il était imprégné.

» La solution bleue, traitée par le chlorure d'ammonium, laisse également précipiter un oxyde bleu, mais sa purification présente les mêmes difficultés que dans le premier cas.

» Devant la composition variable de tous les corps que l'on peut obtenir ainsi, la question se pose de savoir : si l'oxyde bleu ne constitue qu'un composé unique, ou si, au contraire, on peut préparer plusieurs oxydes de molybdène, présentant ce caractère commun d'être bleus, mais différant les uns des autres par leur constitution. C'est le problème que je me suis efforcé de résoudre dans le présent Travail.

» Je suis parti de cette hypothèse, que le composé $Mo^2O^5, 2SO^3$, au lieu de contenir de l'anhydride sulfurique, comme je l'avais d'abord pensé, pourrait fort bien être le sulfate d'un radical composé Mo^2O^3, et que sa formule, dans ce cas, devenant $Mo^2O^3, 2SO^4$, il me serait peut-être possible, par une double décomposition avec un molybdate, d'éliminer l'acide sulfurique et de le remplacer par deux molécules d'acide molybdique.

» Je préparai donc le molybdate de baryum $BaMoO^4$, avec le plus de soin possible, et je le fis réagir sur le sulfate $Mo^2O^3, 2SO^4$ récemment préparé, et séché sous la machine pneumatique, dans les proportions voulues par la réaction suivante :

$$Mo^2O^3, 2SO^4 + 2BaMoO^4 = 2BaSO^4 + Mo^2O^3, 2MoO^4.$$

» Pour réussir cette expérience, il ne faut pas dissoudre préalablement le sulfate, mais mélanger dans un ballon à moitié plein d'eau distillée les deux sels broyés séparément au mortier.

» On chauffe le mélange au bain-marie, dans un courant d'acide carbonique ou d'hydrogène, qui a le double but d'empêcher l'accès de l'air et de brasser le mélange.

» On voit le liquide se colorer peu à peu en bleu avec une intensité croissante; au bout de trois à quatre heures, la réaction est complètement terminée, ce dont on s'assure en constatant par les réactifs qu'il ne reste en solution ni baryte ni acide sulfurique. La liqueur est filtrée et évaporée à sec dans le vide. L'oxyde se présente sous l'aspect d'un vernis d'un bleu noir, qui se détache des parois du vase en fragments irréguliers.

» L'analyse en est assez facile; il suffit, en effet, d'en oxyder un poids déterminé, préalablement dissous dans l'eau, par l'acide azotique et de l'évaporer à l'étuve : le résidu, par une légère calcination, donne de l'anhydride molybdique bien pur. L'oxygène nécessaire pour l'oxyder complètement est évalué à l'aide d'une solution de bichromate de potasse titrée, d'après la méthode que j'ai utilisée pour l'analyse du sulfate $Mo^2O^3, 2SO^4$. L'eau a été obtenue par différence. L'analyse conduit pour ce corps à la formule

$$Mo^2O^3, 2MoO^4, 6H^2O.$$

» Cette première expérience me parut justifier l'hypothèse du radical Mo^2O^3; elle permettait d'espérer l'obtention d'oxydes bleus plus riches en acide molybdique; c'est ce que je tentai de réaliser immédiatement.

» Je préparai cette fois le molybdate de baryum ordinaire $Ba^3Mo^7O^{24}$, et je le fis réagir sur le sulfate $Mo^2O^3, 2SO^4$, dans les mêmes conditions que la première fois, et dans les proportions voulues par la réaction suivante :

$$3Mo^2O^3, 2SO^4 + 2Ba^3Mo^7O^{24} = 6BaSO^4 + [(Mo^2O^3)^3(Mo^7O^{24})^2].$$

» La liqueur bleue obtenue et desséchée dans le vide donne un oxyde bleu en écailles, dont l'aspect est absolument le même que celui du premier oxyde. Il répond exactement au composé résultant de la double décomposition précédente. Sa formule est, en effet,

$$(Mo^2O^3)^3(Mo^7O^{24})^2, 18H^2O.$$

» Ces deux composés, quoique différant par leur constitution, présentent absolument les mêmes caractères, et il est impossible de les distinguer par une réaction qui leur soit propre. L'intensité de leur pouvoir colorant m'a paru de même valeur.

» Ils sont également solubles dans l'eau et présentent toutes les propriétés que M. Guichard a décrites dans son Travail sur l'oxyde bleu dérivé du bioxyde de molybdène ([1]); je ne vois donc pas la nécessité de les énumérer. La seule réaction caractéristique de ces deux nouveaux oxydes bleus, c'est l'action des alcalis qui précipitent un oxyde de couleur chamois pâle tout différent du bioxyde de molybdène; je me réserve d'étudier ultérieurement ce composé.

» Il est probable qu'il est possible d'obtenir encore d'autres oxydes bleus de molybdène en faisant réagir successivement sur le sulfate $Mo^2O^3, 2SO^4$ chacun des sels de la série des molybdates de baryum; mais il me suffit d'avoir, dans cette Note, établi, je crois, d'une façon certaine, que, en dehors de l'oxyde bleu dérivé du bioxyde de molybdène trouvé par M. Guichard, il existe toute une série d'oxydes bleus constitués comme

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 389 et 419.

les molybdates et n'en différant que par le remplacement du métal par un radical composé tétratomique Mo^2O^3 auquel je propose de donner le nom de *molybdyle*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le chlorobenzoate et le dibenzoate de méthylène.* Note de M. **Marcel Descudé**, présentée par M. Haller.

« Ces deux nouveaux composés s'obtiennent simultanément, et en proportions à peu près égales, dans l'action du chlorure de benzoyle sur le trioxyméthylène, en présence de chlorure de zinc.

» Dans une récente Note (¹), j'ai indiqué le mode préparatoire; mais, à cette époque, je n'avais pas obtenu le chlorobenzoate à l'état de pureté. Je l'ai isolé depuis, en rectifiant le liquide distillé, d'abord à la pression ordinaire, au tube Lebel, jusqu'à ce que le thermomètre se fixe. Il marque alors 210° (pression : 740^{mm}). Comme il y a une décomposition, rendue manifeste par le dépôt de trioxyméthylène dans les parties froides de l'appareil, on arrête l'opération et l'on distille dans le vide. Dans ces conditions, il passe à 120°-122° (pression : 12^{mm}), et sans décomposition, un liquide répondant à la formule du chlorobenzoate de méthylène :

$$\begin{matrix} C^6H^5 - COO \\ Cl \end{matrix} \Big> CH^2.$$

» Ce chlorobenzoate est un liquide incolore, plus lourd que l'eau ($D_{20^\circ} = 1,236$), dans laquelle il est insoluble, et sans action sensible sur ce dissolvant. Il ne se solidifie pas à — 15°. Il est très réfringent et très dilatable.

» Il peut être transformé intégralement en dibenzoate, en chauffant ensemble, pendant quatre heures environ, vers 150°, des poids équivalents de chlorobenzoate de méthylène et de benzoate de potassium bien desséché :

$$\begin{matrix} C^6H^5 - COO \\ Cl \end{matrix} \Big> CH^2 + C^6H^5 - COOK = KCl + \begin{matrix} C^6H^5COO \\ C^6H^5COO \end{matrix} \Big> CH^2.$$

» *Action du gaz ammoniac sec.* — Lorsqu'on dirige un courant lent de gaz ammoniac, *bien desséché*, dans du dibenzoate fondu, maintenu à la température de 150° environ,

(¹) *Comptes rendus*, 12 août 1901.

on constate rapidement la formation de vapeur d'eau que l'on peut condenser à l'aide d'un dispositif spécial. En outre, il se sublime des cristaux qu'il est facile d'identifier avec le benzoate d'ammoniaque. Lorsque l'opération est terminée (au bout de trois heures environ), on reprend par l'alcool bouillant et l'on filtre. Par le refroidissement, il se dépose de fines aiguilles, très légères, qui envahissent rapidement toute la masse.

» Ce corps, purifié par des cristallisations répétées dans l'alcool, se présente sous la forme d'aiguilles feutrées, très blanches, fusibles vers 218°, peu solubles à froid dans les divers dissolvants, mais très solubles dans l'alcool bouillant, et se sublimant un peu au-dessus de son point de fusion.

» Soumis à l'analyse, il répond à la formule brute $C^{15}H^{14}O^{2}Az^{2}$.

» Il est identique, comme propriétés et comme composition, au méthylènedibenzamide

$$\begin{matrix} C^6H^5 - CO - Az\diagup^{H} \\ \qquad\qquad\qquad \diagdown CH^2 \\ C^6H^5 - CO - Az\diagdown_{H} \end{matrix}$$

préparé pour la première fois par Schwarz, en oxydant l'acide hippurique par l'acide azotique [1].

» Enfin, la solution alcoolique étant évaporée à siccité, on obtient un produit solide, d'odeur de marée, et qui, sublimé, donne de l'acide benzoïque.

» La réaction, assez complexe en apparence, s'explique aisément. Il y a d'abord formation de benzamide (comme avec les éthers-sels)

$$\begin{matrix} C^6H^5 - COO \\ C^6H^5 - COO \end{matrix}\rangle CH^2 + 2AzH^3 = 2(C^6H^5 - CO - AzH^2) + \boxed{\begin{matrix} HO \\ H \end{matrix}}\,O\rangle CH^2.$$

» Puis l'aldéhyde formique réagit sur le benzamide, en donnant le méthylènedibenzamide et de l'eau

$$2(C^6H^5 - CO - AzH^2)^2 + CH^2O = H^2O + \begin{matrix} C^6H^5 - COAz\diagup^{H} \\ \qquad\qquad \diagdown CH^2 \\ C^6H^5 - COAz\diagdown_{H} \end{matrix}$$

» Enfin, l'ammoniac, en présence d'eau, saponifie le dibenzoate, d'où la formation du benzoate d'ammoniaque et d'une nouvelle quantité d'aldéhyde formique sur laquelle l'ammoniac réagit pour donner, très probablement, de l'hexaméthylèneamine dont on perçoit très nettement l'odeur.

» L'ammoniac donne une réaction analogue avec le chlorobenzoate, réaction sur laquelle je reviendrai, ainsi que sur l'action des amines et, en particulier, sur celle de l'aniline dans laquelle on constate, ici encore, la formation de vapeur d'eau. »

---

(1) *Ann. Chem.*, t. LXXV, p. 201.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les hyposulfites des amines aromatiques.* Note de M. A. Wahl, présentée par M. A. Haller.

« Ayant été amené à mélanger une solution d'hyposulfite de sodium à une solution de chlorhydrate d'aniline, j'ai constaté la formation d'un volumineux précipité cristallisé, dont l'abondance est quelquefois suffisante pour que le tout se prenne en une bouillie épaisse de feuillets blancs. Ces cristaux, purifiés par une recristallisation dans l'eau à 30°-40° C., d'où ils se déposent par refroidissement, possèdent la composition d'un *hyposulfite d'aniline* $(C^6H^5AzH^2)^2H^2S^2O^3$.

» Le seul composé de ce genre qui soit décrit dans la littérature chimique est l'hyposulfite de paraphénylènediamine, obtenu par Bernthsen dans des conditions identiques (*Liebig's Annalen*, t. CCLI, p. 62). Je me suis proposé de rechercher si d'autres amines aromatiques sont également susceptibles de se combiner à l'acide hyposulfureux pour donner des sels stables. Toutes les amines primaires que j'ai examinées, aussi bien dans la série benzénique que dans la série naphtalénique (aniline, ortho-, méta- et paratoluidine, α- et β-naphtylamine), donnent des hyposulfites normaux répondant à la formule $(RAzH^2)^2, H^2S^2O^3$. Les amines secondaires et tertiaires ne m'ont pas fourni les hyposulfites correspondants. Ainsi, en mélangeant une solution d'hyposulfite de sodium à une solution de mono- ou de diméthylaniline, il se forme un abondant dépôt de soufre, il se dégage de l'acide sulfureux, et, au bout de quelque temps, la base se précipite.

» Si l'on introduit un nouveau groupe amidé dans la molécule de l'amine tertiaire, comme cela est le cas pour la diméthylparaphénylènediamine dissymétrique, il y a de nouveau formation d'un hyposulfite. Mais, dans ce cas, le sel répond à la formule générale des hyposulfites des diamines

$$R\begin{cases}AzH^2\\AzH^2\end{cases},\quad H^2S^2O^3.$$

» Les hyposulfites des amines sont, en général, des corps très bien cristallisés et très stables; ceux d'aniline, de toluidine, de benzidine se sont conservés sans altération depuis près de deux ans. Ils sont modérément solubles dans l'eau, sauf celui de benzidine qui l'est très peu. Les solutions aqueuses ont une réaction acide nettement prononcée, et, quand on les chauffe, elles se décomposent bien avant l'ébullition.

» Les hyposulfites fondent en se boursouflant ; à l'état solide, la température de décomposition est plus élevée qu'à l'état dissous. La décomposition a lieu suivant l'équation :

$$(R.AzH^2)^2.H^2S^2O^3 = 2.R - AzH^2 + H^2O + SO^2 + S.$$

» Dans certains cas, comme dans celui de la paratoluidine, de la paraphénylènediamine, si l'on continue à chauffer pendant quelque temps, il se dégage de l'hydrogène sulfuré provenant de l'action ultérieure du soufre sur l'amine.

» Enfin, voulant aussi m'adresser à un dérivé d'une amine substituée dans le noyau, j'ai choisi la nitrosodiméthylaniline, dont la réaction avec l'hyposulfite est d'une si grande importance dans la préparation du bleu méthylène.

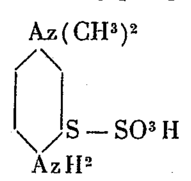
» En mélangeant du chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline à une solution d'hyposulfite de sodium dans la proportion de deux molécules du premier pour une du second, il ne se forme pas d'hyposulfite correspondant, mais il se précipite de la nitrosodiméthylaniline (base libre) et de l'acide diméthylparaphénylènediamine thiosulfonique.

» Voici les conditions dans lesquelles il convient d'opérer :

» On met en suspension 37^{gr} de chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline finement pulvérisé dans 200^{cc} d'eau froide et l'on ajoute 30^{cc} d'une solution d'hyposulfite de sodium à 50 pour 100. La liqueur, dont la couleur était d'abord jaune, se fonce rapidement et, en agitant, le chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline se dissout presque complètement. Mais, au bout d'un temps très court, il se sépare des paillettes vertes brillantes de nitrosodiméthylaniline (p. f. 85°) et le tout se prend en masse.

» Après vingt-quatre heures de repos à la température du laboratoire, on essore et lave avec un peu d'eau, puis le précipité, séché d'abord dans le vide, est traité par la benzine pour dissoudre la nitrosodiméthylaniline. Il reste un résidu noir que l'on purifie par un lavage à l'acide acétique étendu et froid qui dissout un corps fortement coloré ; la portion non soluble dans l'acide acétique est traitée par le carbonate de soude qui en dissout une grande partie, et la solution filtrée, acidifiée par l'acide acétique, laisse déposer de petits cristaux lourds de couleur gris verdâtre. Ces cristaux sont purifiés par dissolution dans le carbonate de soude et reprécipitation par l'acide acétique. Finalement, on les fait recristalliser dans l'eau chaude d'où ils se déposent par refroidissement, faiblement colorés en gris.

» Ces cristaux constituent l'acide diméthylparaphénylènediamine thiosulfonique



obtenu par Bernthsen (*Liebig's Annalen*, t. CCLI, p. 50) en oxydant par le bichro-

mate de potassium un mélange de diméthylparaphénylènediamine et d'hyposulfite de sodium. Sa composition répond, en effet, à la formule $C^8H^{12}Az^2S^2O^3$, et il s'est montré identique en tous points à l'acide préparé par la méthode de Bernthsen. Les sels alcalins sont extrêmement solubles dans l'eau; aussi ne sont-ils pas décrits; on peut cependant obtenir le *sel de potassium* en ajoutant une solution concentrée de carbonate de potassium à de l'acide mis en suspension dans une petite quantité d'eau. Recristallisé dans l'alcool étendu, ce sel se présente sous forme de feuillets brillants légèrement colorés, dont la composition répond à $C^8H^{11}Az^2S^2O^3K + H^2O$.

» Dans tous les essais entrepris jusqu'ici, le rendement en acide thiosulfonique a toujours été faible; il a varié entre 12 et 15 pour 100 de la théorie (calculé par rapport à la nitrosodiméthylaniline disparue). Cela tient à ce que, dans la réaction, il se forme des produits colorés dont je n'ai pas encore déterminé la nature. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles réactions des dérivés organométalliques* (IV). *Synthèse des cétones*. Note de M. E.-E. **Blaise**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai montré, dans une Note précédente, que les dérivés éthéro-organomagnésiens réagissent sur les nitriles et donnent, dans certains cas, des combinaisons cristallisées facilement isolables. Ces combinaisons sont décomposées instantanément par l'eau et donnent naissance à des cétones, d'après la réaction suivante :

$$2\left[{}^{R}_{R'}\!\!>C = Az - Mg - I(C^2H^5)^2O\right] + 4H^2O$$
$$= {}^{R}_{R'}\!\!>CO + Mg(OH)^2 + MgI^2 + 2(C^2H^5)^2O.$$

» D'une manière générale, on opère comme il suit : on ajoute peu à peu 1^{mol} du nitrile dans la solution éthérée de $1^{mol},5$ du dérivé organométallique, puis on chauffe au bain-marie pendant un temps variable suivant les divers cas. On décompose ensuite par l'eau, puis par l'acide sulfurique étendu; on distille l'éther au bain-marie, et enfin on entraîne la cétone par la vapeur d'eau.

» Cette réaction est très générale; elle a lieu dans la série cyclique comme dans la série grasse, mais les meilleurs rendements sont obtenus avec les iodures alcooliques et les nitriles cycliques dont le groupement fonctionnel est fixé sur le noyau. Dans ce dernier cas, on constate une influence remarquable des groupements substituants sur la marche de la réaction. C'est ainsi qu'en opérant avec l'iodure de magnésium-éthyle et le benzonitrile on obtient le propionylbenzène avec un rendement de

80 pour 100; si l'on opère, au contraire, avec le nitrile *o*-toluique, le rendement en *o*-propionyltoluène s'abaisse à 17 pour 100; enfin, ce rendement est de 46 pour 100 si la condensation est effectuée sur le nitrile *p*-toluique. On voit donc que les chaînes latérales rendent la condensation d'autant plus incomplète qu'elles sont plus rapprochées de la fonction nitrile.

» Quant aux nitriles du type du cyanure de benzyle, ils fournissent de très mauvais résultats, mais les cétones correspondantes peuvent s'obtenir inversement, en condensant un nitrile acyclique avec le composé organométallique correspondant à un dérivé halogéné tel que le chlorure de benzyle.

» La généralité de la méthode que je viens d'indiquer a été vérifiée par la préparation d'un certain nombre de cétones nouvelles, ainsi que des semi-carbazones correspondantes.

» L'*éthyl-o-tolylcétone* est liquide et bout à 219°-221°; sa semi-carbazone fond à 173°. La *benzyl-n-propylcétone,* obtenue à l'aide du butyronitrile et du chlorure de benzyle, avec un rendement de 50 pour 100, possède une odeur anisée et bout à 238°-241°; sa semi-carbazone fond à 84°. La *benzyl-isoamylcétone,* préparée d'une manière analogue, mais à l'aide du nitrile isocaproïque, bout à 267° et donne une semi-carbazone fusible à 133°. L'*o-méthyldésoxybenzoïne* ne fournit qu'un rendement de 20 pour 100; elle bout à 317°-320° sous la pression ordinaire et à 191° sous 21^{mm}. Elle n'est que très peu entraînable par la vapeur d'eau et donne une semi-carbazone qui fond à 198°. La *n-butyl-p-tolylcétone* fond à 22° et bout à 266°-267°; sa semi-carbazone fond à 212°. La *n-propyl-p-tolylcétone* bout à 248°-250° et sa semi-carbazone fond à 232°; enfin, la *n-propyl-isoamylcétone* bout à 176°-178° et fournit une semi-carbazone fusible à 102°.

» J'ai également préparé par cette méthode l'éthylpropylcétone et l'éthylphénylcétone, déjà connues et dont les semi-carbazones, non encore obtenues, fondent, la première à 110°, et la seconde à 182°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les propriétés basiques et la tétravalence de l'oxygène dans la série du xanthène.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

« Le premier, j'ai établi les propriétés basiques des dérivés monohalogénés de la série du xanthène; j'ai montré que ces corps, obtenus soit par l'action des halogènes sur les xanthènes, soit par celle des hydracides sur les hydrols correspondants, se conduisent comme des sels d'amine en formant des combinaisons avec plusieurs réactifs des alcaloïdes, etc.

» Les dérivés monohalogénés de la série du xanthène possédant des propriétés salines, les xanthènes eux-mêmes se conduisent-ils comme des bases?

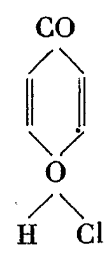
» J'ai préparé un certain nombre de xanthènes et tous se sont comportés comme des amines vis-à-vis du chlorure de platine. Dans la présente Note, je décrirai seulement le chloroplatinate de dinaphtoxanthène.

» Lorsque, à une solution acétique de dinaphtoxanthène, on ajoute du chlorure de platine, on obtient un précipité rouge vif et l'on précipite entièrement ce xanthène à l'état de chloroplatinate. Cette combinaison peut être obtenue cristallisée par précipitation très lente; purifiée et séchée, elle répond à la formule

$$\mathrm{Pt\,Cl^4 + CH^2}\begin{matrix}\diagup \mathrm{C^{10}H^6} \diagdown \\ \diagdown \mathrm{C^{10}H^6} \diagup\end{matrix}\mathrm{O}.$$

» *Donc, de même que les dérivés monohalogénés du dinaphtoxanthène sont les sels d'une base non azotée, de même le dinaphtoxanthène doit être regardé comme une base dépourvue d'azote.*

» Collie et Tickle ont montré que la diméthylpyrone est salifiable et représentent par la formule suivante son chlorhydrate



» Bæyer a établi que dans certaines circonstances l'oxygène possède des propriétés basiques et doit être considéré comme tétravalent.

» Admettant la tétravalence de l'oxygène et nous basant sur les propriétés basiques que nous venons d'établir, nous représenterons les dérivés monohalogénés de la série du xanthène par la formule suivante qui nous a été inspirée par M. Haller :

CH

O — Cl

et non plus par la formule

CH

O — Cl

dans laquelle A. Werner supprime une double liaison à un noyau benzénique!

» La formule que nous proposons, où l'oxygène tétravalent est lié au carbone gras, montre un parallélisme avec la série anthracénique; elle a le mérite d'expliquer d'une façon très satisfaisante, sans dislocation de double liaison, la curieuse action de l'alcool. Il y a analogie complète avec les hypochlorites qui réagissent identiquement sur l'alcool, tandis que la littérature chimique n'offre pas un seul exemple de chlorure $>CH-Cl$ possédant la réaction que nous avons découverte.

» Nous considérons nos corps ayant la formule

CH

O — Cl

assimilables à des éthers hypochloreux des bases

CH

O — H

tautomériques des xanthènes

CH^2

O

» En résumé : 1° les xanthènes sont des bases sans azote;

» 2° Les dérivés monohalogénés sont en quelque sorte des hypochlorites de ces bases. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des alcools propylique et butylique normaux sur leurs dérivés sodés respectifs; synthèse des alcools dipropylique et dibutylique.* Note de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les alcools propylique et butylique normaux, chauffés entre 220° et 230° avec leurs dérivés sodés respectifs, donnent naissance à des alcools deux fois plus condensés, les alcools dipropylique et dibutylique, conformément aux réactions suivantes :

$$2C^3H^8O + C^3H^7NaO = C^6H^{14}O + C^3H^6NaO^2 + 4H.$$

$$2C^4H^{10}O + C^4H^9NaO = C^8H^{18}O + C^4H^7NaO^2 + 4H.$$

» Il se produit en même temps le sel de soude de l'acide correspondant à l'alcool mis en réaction.

» Dans des Communications antérieures ([1]), j'ai déjà montré que, dans les mêmes conditions, on obtenait l'alcool butylique normal $C^4H^{10}O$ au moyen de l'alcool éthylique C^2H^6O, l'alcool diamylique $C^{10}H^{22}O$ au moyen de l'alcool amylique inactif $C^5H^{12}O$, l'alcool diœnanthylique $C^{14}H^{30}O$ au moyen de l'alcool œnanthylique $C^7H^{16}O$.

» La réaction semble donc être générale, au moins pour les alcools de la forme $R-CH^2-CH^2OH$,

$$2C^nH^{2n+2}O + C^nH^{2n+1}NaO = C^{2n}H^{2n+2}O + C^nH^{2n-1}NaO^2 + 4H.$$

» Les alcools propylique et butylique normaux bouillant à des températures peu élevées, l'opération s'effectue en tubes scellés.

» Ces deux alcools se comportent exactement de même; voici comment on opère par exemple avec l'alcool propylique. On verse dans chaque tube 15^{gr} d'alcool et 1^{gr} de sodium dont on hâte la dissolution en chauffant au bain d'huile. Lorsque tout le sodium s'est ainsi transformé en alcoolate de soude, on scelle les tubes à la lampe et on les chauffe douze heures à 220°-230°. On ouvre alors les tubes pour donner issue aux gaz que l'on recueille et on les scelle de nouveau pour les chauffer encore pendant douze heures à la même température. Le gaz qui prend naissance est exclusivement formé d'hydrogène; il se produit en assez grande abondance pour faire éclater la plupart des tubes, si l'on ne prend pas la précaution de lui donner issue après douze heures de chauffe.

» Le contenu des tubes est devenu presque entièrement solide par suite de la formation du propionate de soude. On l'introduit dans un petit ballon distillatoire que l'on chauffe jusqu'à 200°; on recueille ainsi un mélange d'alcool propylique, d'éther propylpropionique et d'alcool dipropylique. Au résidu de la distillation on ajoute de l'eau et l'on décante l'huile qui vient surnager : elle est surtout formée d'alcool dipropylique; on la joint au distillat et l'on chauffe leur mélange à reflux avec un peu de potasse caustique, qui saponifie l'éther propylpropionique. On ajoute ensuite quelques gouttes d'eau et l'on fait passer dans la liqueur un courant d'acide carbonique : les alcools viennent surnager la dissolution de carbonate de potasse formé. On les sépare facilement par décantation, on les dessèche et on les soumet à la distillation fractionnée.

» L'alcool dipropylique ainsi obtenu répond à la formule $C^6H^{14}O$ (C trouvé 77,07, calculé 77,27; H trouvé 10,64, calculé 10,60). Il est liquide et ne se solidifie pas à $-20°$; il bout à 148° à la pression de 762^{mm}.

» Oxydé par le mélange chromique, il se transforme en un acide de formule

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 511 et 1002; t. CXXXII, p. 207; t. CXXXIII, p. 300.

$C^6H^{12}O^2$ (C trouvé 61,89, calculé 62,02; H trouvé 10,45, calculé 10,34). Cet acide est liquide, incolore, de consistance huileuse, et bout à 193°,5 à la pression de 762^{mm}.

» Les points d'ébullition de l'alcool dipropylique et de l'acide correspondant étant identiques respectivement à ceux du méthylpropylcarbinecarbinol

$$CH^3 - CH(C^3H^7) - CH^2OH$$

et de l'acide méthylpropylacétique

$$CH^3 - CH(C^3H^7) - CO^2H$$

déjà décrits par MM. Lieben et Zeisel ([1]), j'ai préparé l'amide de l'acide que j'avais obtenu, et j'ai constaté qu'il fond à 94° comme l'amide de l'acide méthylpropylacétique.

» L'alcool dipropylique est identique à l'alcool de Lieben et Zeisel, et la soudure des deux molécules propyliques s'est faite par le carbone voisin du groupement fonctionnel

$$\left.\begin{matrix}CH^3\\CH^2OH\end{matrix}\right\rangle CH^2 + OH\,CH^2 - C^2H^5 = \left.\begin{matrix}CH^3\\CH^2OH\end{matrix}\right\rangle CH - C^3H^7 + H^2O.$$

» L'alcool dibutylique répond à la formule $C^8H^{18}O$ (C trouvé 73,71, calculé 73,85; H trouvé 13,91, calculé 13,85). C'est un liquide incolore, huileux, bouillant à 181° à la pression de 756^{mm}. Sa densité à 0° est 0,8483.

» Ses propriétés ne répondent à aucun des alcools de même formule connus jusqu'à ce jour; son étude fera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de l'alcool amylique de fermentation.* Note de M. G. **Bemont**, présentée par M. H. Moissan.

« Pendant longtemps, l'alcool amylique de fermentation, ou fusel, a été considéré comme normal primaire. En 1867, Erlenmeyer ([2]) le considéra comme isopropyléthylique, mais sans définir son point d'ébullition, sans parler de son activité optique. Plus tard, M. Lebel isola une très notable quantité d'un alcool possédant le pouvoir rotatoire, comme l'avait déjà montré Pasteur, et qu'il démontra être le méthyléthyléthylique, le seul alcool primaire susceptible d'activité optique.

([1]) *Monatshefte für Chemie*, t. IV, p. 31.
([2]) *Liebig's Annalen*, Supp., Band V, p. 339.

» Tous les documents que l'on peut se procurer pour arriver à savoir quelle est la constitution de l'alcool amylique de fermentation sont assez contradictoires; je me suis proposé de rechercher ce que pouvait être cet alcool.

» Je me suis procuré des huiles essentielles, ou fusels, queues de la distillation de l'alcool. Ces huiles m'ont été fournies par la maison Springer, de Maisons-Alfort. J'ai mis en traitement 32^{kg} de ces alcools. Je les ai soumis à la distillation fractionnée, me servant à cet effet de la colonne à boule Lebel-Henninger. Les deux premiers tours de fractionnement ont été exécutés avec un appareil à dix boules, et deux autres tours avec quinze boules.

» Après le troisième tour, j'ai obtenu : $2^{kg},580$ d'eau représentant 8 pour 100, et $1^{kg},485$ d'alcool aqueux représentant 4,9 pour 100. Le reste, $27^{kg},900$, était constitué par les alcools propylique, butylique et amylique. Je n'ai soumis au quatrième tour de fractionnement que la portion la plus élevée, ne prenant que ce qui avait distillé au-dessus de 127°; le poids de l'alcool soumis à ce nouveau traitement était d'environ 20^{kg}.

» Les résultats de ce fractionnement, ainsi que les densités et les pouvoirs rotatoires des diverses fractions sont résumés dans le Tableau suivant :

Fractions.	Alcool en kilogr.	Densité à 16°.	$\alpha l = 0^m,50$.	$[\alpha]^D$.
127-128	0,266	0,812	— 5°.48′	—1°.25′,6
128-129	0,595	0,810	— 5.52	—1.26,9
129-130	1,088	0,8095	— 5.58	—1.28,4
130-131	6,216	0,8085	— 5.10	—1.16,6
131-131,5	11,205	0,8065	— 3.44	—0.55,5

» A ne considérer que les quantités et les points d'ébullition, il ressort de ce Tableau que l'alcool en C^6 tend vers le point d'ébullition 131°; il n'y a en effet, pour ainsi dire, point de produits supérieurs. On voit, de plus, qu'un fractionnement exécuté avec patience, à l'aide d'une colonne à quinze boules, permet d'éliminer à peu près complètement ces alcools inférieurs dont la présence a pu faire croire à l'existence d'un mélange d'isomères bouillant à 127°-132°.

» Dans les huiles d'industrie dont il est ici question, il semble bien n'exister qu'un alcool amylique passant vers 131°. C'est cet alcool que je me propose d'étudier.

» Pour fixer l'isomérie d'un alcool amylique primaire, on peut le convertir par oxydation en acide valérique : les expériences d'oxydation que j'ai entreprises jusqu'à ce jour montrent que tous les produits obtenus sont optiquement actifs.

» Dans l'étude de cet alcool amylique, trois cas seuls peuvent se présenter :

» 1° L'alcool est normal : cet alcool est inactif (1), il bout à 137°. Il a été étudié par MM. Lieben et Rossi et par M. Morin : à cet alcool correspond l'acide normal,

---

(1) Lieben et Rossi, *Liebigs Annalen*, t. CLIX, p. 70, et Morin, *Bull. Soc. Chim.*, t. XLVIII, p. 803.

étudié par MM. Lieben et Rossi (1); il bout à 185°. Cet acide ne peut avoir d'activité optique; il ne rentre donc pas dans le cas qui m'occupe.

» 2° L'alcool est diméthylé (isopropyléthylique), il ne peut être actif, et l'on manque de preuves certaines de sa présence dans les fusels; par suite, on ne peut avoir qu'une connaissance imparfaite de l'acide qui en dérive, et qui, du reste, ne pourrait être non plus actif; je dois donc exclure encore cette hypothèse.

» 3° L'alcool est le méthyléthyléthylique : celui-ci doit être rotatoire, de même que l'acide qui en dérive; mais, par suite de racémisation, il peut sembler inactif ou avoir une activité optique plus ou moins grande, et par suite être confondu avec les précédents. Le point d'ébullition très défini de grandes masses de matière milite d'ailleurs en faveur d'une espèce définie.

» En oxydant par le mélange chromique cet alcool amylique bouillant vers 131° j'ai obtenu :

» 1° De l'alcool qui a échappé à l'oxydation et dont le pouvoir rotatoire n'a pas été sensiblement modifié.

» 2° Un acide valérique bouillant à 175° (H = 763), actif ($[\alpha]_D = + 2°31',3$). Cet acide n'est donc pas normal; il peut être plus ou moins racémisé, mais ne peut être diméthylé.

» 3° Un valérate d'amyle bouillant à 191°-192° (H = 743) actif ($[\alpha]_D = + 3°14',8$). Cet éther saponifié a donné de l'acide valérique bouillant à 175° et d'un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = + 2°7'$, et de l'alcool amylique passant à 130°-131°, actif $[\alpha]_D = - 1°0',9$.

» 4° Un valéral bouillant à 92°-93° (H = 761), actif ($[\alpha]_D = + 22',7$). L'oxydation de ce valéral fournit un acide valérique qui bout à 175° et est à peine actif ($[\alpha]_D = + 2',4$). Dans ce défaut presque absolu d'activité l'on doit voir une preuve de racémisation et non de constitution.

» *Conclusions.* — L'alcool amylique de fermentation bout à 131°; il donne par oxydation un acide valérique actif bouillant à 175°, qui semble donc être le méthyléthylacétique. Il ne pourrait probablement contenir que peu d'acide isopropylacétique. La suite de ce Travail aura pour but d'essayer de fixer ce point, la présente Note ayant surtout pour objet de fournir les constantes expérimentales certaines résumées dans le Tableau ci-dessus. »

MORPHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'excrétion et sur la variation du rein chez des poules nourries avec de la viande.* Note de M. **Frédéric Houssay**, présentée par M. Ed. Perrier.

« Au cours de mes expériences sur les changements qu'entraîne la modification du régime alimentaire chez les poules (2), il m'a semblé

(1) *Loc. cit.*

(2) Voir *Comptes rendus* du 9 novembre 1901.

utile de suivre les variations de la fonction excrétrice. Il est assez difficile de recueillir l'urine sur des oiseaux que l'on ne veut soumettre à aucune pratique susceptible d'altérer leur santé et de nuire à l'exécution de leurs fonctions génitales. J'ai eu recours au procédé suivant, qui, sans être d'une précision absolue, m'a semblé suffisant pour donner des termes de comparaison. Les animaux étant remontés le soir sur leurs perchoirs, on place au-dessous d'eux une large plaque de verre qui reçoit tous les excréments de la nuit et on la retire le matin. En reprenant les excréments par 200^{cc} d'eau distillée, on dissout, entre autres substances, l'urée, puis on filtre. Le liquide obtenu est d'une couleur jaunâtre et fort analogue à l'urine; on y dose l'urée. Les nombres obtenus doivent s'entendre par poule et par jour.

	Poules	
	carnivores.	granivores.
4 avril	$0^{gr},334$	$0^{gr},107$
5 avril	0,286	»
19 avril	0,396	0,107
10 mai	0,280	0,048
3 juin	0,200	0,130
1er juillet	0,170	0,072
29 juillet	0,040	0,107
12 août	0,200	0,060
2 septembre	0,323	0,107
16 septembre	0,243	0,100
1er octobre	0,960	0,160
19 novembre	0,350	0,190
Moyennes	0,315	0,108

» L'urée excrétée avec le régime carné est donc près de trois fois plus abondante qu'avec le régime du grain; le liquide filtré des poules carnivores contient en outre une certaine quantité d'acide urique et donne la réaction de la murexide. Ce résultat, sans doute, n'est pas fait pour surprendre; il y a toutefois un intérêt à en avoir une mesure, même approximative; d'autant plus que je compte utiliser les variations assez étendues de la fonction chez les mêmes animaux comme renseignements pour les études plus complètes que je poursuis.

» Il était moins certain *a priori* que l'organe rénal, après avoir fonc-

tionné davantage, aurait pris un accroissement assez notable. C'est cependant ce qu'on doit conclure des données suivantes :

	Poules granivores (moyennes).	Poules carnivores (moyennes).
Longueur du rein.............	70mm	75mm
Largeur du rein..............	14mm,3	15mm,33
Poids des deux reins..........	9gr,95	12gr,91

» Les reins ont gagné en poids près d'un tiers; et c'est un résultat qui dépasse de beaucoup les variations individuelles.

» Il est à remarquer encore que, dans le péritoine des poules carnivores, se dépose avec une certaine abondance un pigment noir dont les poules ordinaires sont tout à fait dépourvues. Ce pigment peut même en certains points s'amonceler pour former de petits corps tout à fait déconcertants au premier examen; leur forme est assez souvent pyramidale et ils peuvent atteindre 2cm de hauteur.

» La graisse des animaux nourris avec la viande prend une couleur blanche et une consistance de suif, en quoi elle diffère beaucoup de la graisse ordinaire des poules, dont la couleur jaunâtre et la consistance molle sont bien connues. Ajoutons, comme renseignement complémentaire, que le goût de la chair est un peu changé, mais pas d'une façon désagréable; il rappelle plutôt celui du dindon que celui du poulet de grain. »

MICROBIOLOGIE. — *Nouvelle contribution à la recherche du bacille typhique*. Note de M. R. Cambier, présentée par M. E. Roux.

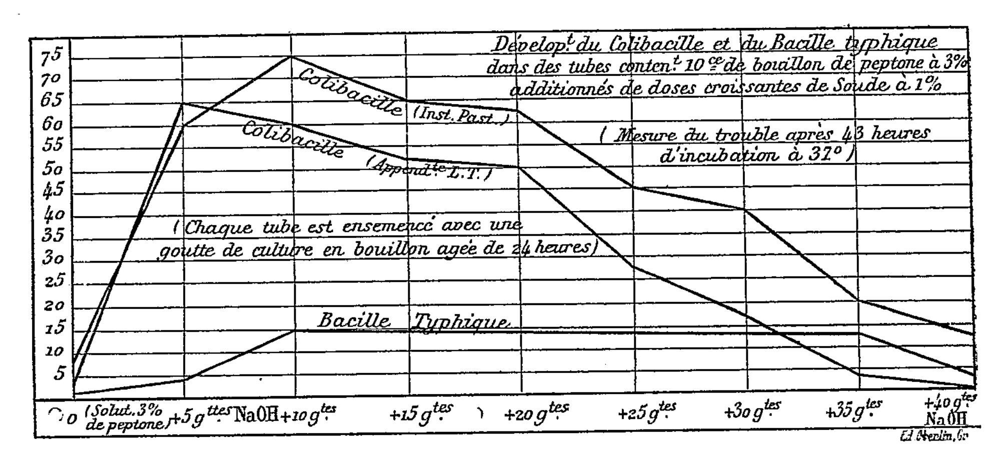
« Dans une Note précédente ([1]), j'ai indiqué le principe d'une méthode de recherche du bacille typhique, basée sur la facilité avec laquelle ce microbe si mobile traverse la paroi de certaines bougies filtrantes immergées dans le bouillon tenu à 37°. Si l'on utilise pour cette recherche le bouillon neutre habituel, il arrive que des colibacilles, eux-mêmes très mobiles, passent en même temps que le bacille typhique ou même un peu avant lui, et la mise en évidence de celui-ci est dès lors très compromise.

» Pour éviter cet inconvénient, capital en l'espèce, je me suis efforcé

([1]) *Comptes rendus*, juin 1901, p. 1442. Dans cette Note, page 1443, 10e ligne, *au lieu de* dans 1lit de bouillon, *lisez* dans un tube de bouillon.

de composer un milieu de culture dans lequel le bacille typhique végéterait bien et serait très mobile, tandis que les colibacilles s'y trouveraient contrariés, à la fois, dans leur développement et leur mobilité.

» En prenant comme bouillon type une solution aqueuse à 3 pour 100 de peptone Defresne, j'ai établi que l'addition à ce bouillon de doses croissantes de soude favorise d'abord beaucoup le développement des colibacilles, puis l'entrave ensuite assez rapidement. Dans les mêmes conditions, le développement du bacille typhique passe également par un maximum pour une faible alcalinité, mais conserve une valeur sensiblement constante, égale à ce maximum, tant que la dose de soude ne dépasse pas environ $1^{gr},2$ de NaOH réelle par litre de bouillon. A ce moment, les troubles que présentent les cultures colibacillaires et celle du bacille typhique sont devenus très comparables.



» Les courbes ci-dessus montrent que ce n'est qu'à l'aide de milieux très alcalins qu'on peut obtenir des cultures mixtes de colibacilles et de bacille typhique, dans lesquelles ce dernier ne soit pas, dès l'abord, étouffé, et d'où on puisse espérer l'isoler, par exemple, par la culture sur plaques.

» Si nous étudions comparativement la mobilité du bacille typhique et des colibacilles développés dans ces bouillons de plus en plus alcalinisés, nous voyons qu'après avoir, à peu près ensemble, passé par un maximum, celle du bacille typhique diminue et disparaît plus tôt que celle des colibacilles. Heureusement pour ma méthode, j'ai trouvé dans le sel marin un agent puissamment compensateur de ce phénomène fâcheux : en même temps qu'il restitue leur mobilité aux bacilles typhiques gênés par la soude, il tend à anéantir celle des colibacilles qui avait persisté.

» En résumé, en combinant convenablement l'action de la soude et du sel marin, on arrive à constituer de toutes pièces un bouillon qui permet,

à l'aide des cultures en bougies, de séparer à coup sûr le bacille typhique d'un colibacille déterminé. En pratique, lorsqu'il s'agit de séparer ce bacille typhique d'une eau ou d'une selle contenant en même temps des colibacilles dont on ignore la nature, il est prudent d'ensemencer plusieurs tubes à bougie garnis de bouillon de plus en plus alcalin et salé : c'est affaire de doigté et de patience.

» Avec un bouillon, récemment préparé, en mélangeant *à froid* 50^{cc} de solution à 3 pour 100 de peptone stérilisée à 115°, 4^{cc} à 6^{cc} de soude à 1 pour 100 et 4^{cc} à 6^{cc} de solution saturée de sel marin également stérilisées, j'ai toujours pu isoler directement, par la méthode des bougies, le bacille typhique *en culture pure,* d'un liquide formé de parties égales de cultures en bouillon, âgées de vingt-quatre heures, de bacille typhique et de colibacille, en faisant porter la recherche sur une seule goutte de ce mélange.

» Ce colibacille, notamment, provenant de l'Institut Pasteur, est doué d'une telle mobilité qu'il est impossible de le séparer du typhique si l'on emploie le bouillon ordinaire, neutre.

» Avec le même bouillon alcalinisé et salé j'ai pu, après trois jours de culture en bougie, retirer le bacille typhique d'un échantillon d'eau de la canalisation de mon laboratoire, qui avait reçu une goutte du mélange de bacille typhique et de colibacille dont il vient d'être question. Avant d'être ensemencé dans les bougies, cet échantillon ainsi contaminé avait été conservé pendant six jours à 13°.

» En suivant les indications contenues dans mes deux Notes, il est possible d'isoler, dans la majorité des cas, le bacille typhique des eaux qui le contiennent. En l'absence de colibacilles très mobiles, les bougies garnies de bouillon légèrement alcalin, salé à 1 pour 100, seront suffisantes : elles permettent un passage rapide. Avec des bougies garnies de bouillon plus alcalin et plus salé le passage sera moins rapide, mais on aura beaucoup plus de chances d'arrêter les colibacilles et d'obtenir des cultures typhiques pures d'emblée, ou seulement mélangées d'autres espèces mobiles incapables de faire errer le diagnostic. Pour ne pas changer la concentration du bouillon, il est bon de n'ensemencer dans les tubes à bougie que quelques gouttes de l'eau suspecte, ou mieux, si l'on veut faire porter la recherche sur un volume considérable de ce liquide, il est préférable de le filtrer au préalable sur une bougie et de n'ensemencer que le léger enduit adhérant à la surface de cette bougie auxiliaire (¹).

(¹) M. A. Girauld a collaboré activement à ce travail; grâce à son aide intelligente et dévouée j'ai pu mener à bien les nombreuses expériences sur lesquelles cette méthode est fondée. Je l'en remercie bien sincèrement ici.

» La recherche du bacille typhique dans les selles des malades est à l'étude et a donné déjà les résultats les plus encourageants. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude des variations de la matière organique pendant la germination*. Note de M. G. **André**.

« Après avoir examiné le mécanisme de la nutritition minérale de la plantule aux dépens de ses cotylédons (ce Volume, p. 1011), je vais étudier rapidement ce qui se passe du côté des matières organiques, ternaires et quaternaires. Voici d'abord le Tableau des expériences, disposé comme celui qui figure dans ma dernière Note :

	1901.	Poids sec. Cotyléd. Plantes.	Matières grasses. Cotyléd. Plantes.	Hydrates de carbone solubles. Cotyléd. Plantes.
	29 juin; 100 graines	135gr,40	2gr,423	10gr,953
I....	8 juill.; 100 unités	86gr,36+ 26gr,55=112,91	1gr,105+0gr,180=1,285	3gr,877+0gr,427= 4,304
II...	10 » »	55,24+ 49,32=104,56	0,640+0,976=1,616	1,419+1,528= 2,947
III...	12 » »	34,35+ 78,55=112,90	0,395+1,523=1,918	0,865+2,953= 3,818
IV...	14 » »	29,80+ 86,07=115,87	0,321+2,143=2,464	1,495+2,229= 3,724
V....	16 » »	29,16+125,38=154,54	0,317+2,382=2,699	1,233+5,943= 7,176

	Hydrates de carbone saccharifiables. Cotyléd. Plantes.	Cellulose. Cotyléd. Plantes.	Vasculose. Cotyléd. Plantes.
	68gr,14	8gr,76	4gr,116
I......................	42gr,82+ 3gr,46=46,28	6gr,943+ 3gr,685=10,628	4gr,473+0gr,804= 5,277
II......................	23,97+ 7,63=31,60	6,341+ 7,417=13,758	3,275+1,361= 4,636
III......................	12,58+10,25=22,83	5,684+12,481=18,165	3,393+3,071= 6,646
IV......................	11,28+11,68=22,96	5,813+15,113=20,926	3,385+4,320= 7,705
V......................	8,87+18,23=27,10	4,977+18,092=22,069	3,370+7,384=10,754

» Les observations que comporte la comparaison des chiffres de ce Tableau peuvent être ainsi résumées :

» I. Les *matières grasses* disparaissent peu à peu des cotylédons; à la cinquième prise d'échantillon, on en trouve cependant encore une faible quantité. Les plantules, au contraire, même avant l'apparition de la fonction chlorophyllienne, élaborent très régulièrement de la graisse, dont l'origine doit être vraisemblablement cherchée dans la transformation des hydrates de carbone.

» II. *Hydrates de carbone solubles.* — Les hydrates de carbone solubles dans

l'alcool faible (calculés en glucose) disparaissent rapidement dans les premiers temps de la germination et la perte respiratoire leur est imputable. Entre la première et la cinquième prise, leur proportion *centésimale* ne varie guère dans les cotylédons. Ceux-ci, dans cet espace de temps, se réduisent au tiers de leur poids initial; il en est de même sensiblement des hydrates de carbone solubles. Dans les plantules, au contraire, l'augmentation de ces hydrates de carbone est progressive et, à la cinquième prise, leur proportion *centésimale* est le triple de ce qu'elle était à la première; mais leur quantité absolue, dans 100 plantules, n'est que la moitié environ de ce qu'elle était dans cent graines.

» III. *Hydrates de carbone saccharifiables par les acides étendus.* — Leur disparition des cotylédons est rapide, au fur et à mesure du développement de la plantule. Leur proportion *centésimale* s'abaisse de 50,33 dans la graine à 30,44, dans les cotylédons de la cinquième prise. Une partie de ces hydrates de carbone émigre, après transformations, dans les plantules. Ils passent, chez celles-ci, et pour 100 unités, de $3^{gr},46$ à $18^{gr},23$, en devenant 5,26 fois plus forts, le poids de la plantule pendant ce temps devenant 4,72 fois plus fort. On peut se rendre compte ainsi de la nature du travail assimilateur. Les cotylédons d'abord, puis la fonction chlorophyllienne ensuite, fournissent à la plantule des hydrates de carbone solubles, dont les polymérisations successives aboutissent finalement à la production des celluloses, ces polymérisations étant probablement provoquées ou favorisées par l'absorption de matières minérales telles que la silice et la chaux.

» IV. *Cellulose.* — Chez les cotylédons, la proportion *centésimale* de la cellulose devient double entre la première et la cinquième prise; il est vraisemblable que cette cellulose (soluble dans le réactif de Schweizer et le mélange des acides chlorhydrique et sulfurique) ne joue qu'un rôle nutritif très restreint, sinon nul, dans la germination. Elle prendrait naissance aux dépens des hydrates de carbone saccharifiables. Pendant le même laps de temps, la cellulose de 100 plantules devient quintuple, tandis que le poids sec de celles-ci devient 4,7 fois plus fort.

» V. *Vasculose.* — Cette matière préexiste dans la graine; elle atteint bientôt dans les cotylédons un poids constant, qui dénote son rôle négatif dans les transformations ultérieures que subissent ceux-ci. Chez les plantules, il est remarquable de voir cette substance augmenter rapidement, alors que, pendant le même temps, les hydrates de carbone saccharifiables et la cellulose augmentent dans une moindre mesure. La vasculose constitue une matière définitive qui, dans la suite, n'éprouve aucun changement.

» VI. *Matières azotées.* — L'azote total, dont j'ai donné les chiffres dans ma précédente Communication, décroît chez les cotylédons; il émigre intégralement chez les plantules pendant les trois premières prises d'essai. Le poids des matières non azotées que contiennent celles-ci augmente plus vite que celui des principes azotés, puisque le poids total de 100 plantules (cendres déduites) devient 3 fois plus fort de la première à la troisième prise, alors que celui de l'azote devient seulement 2,5 fois plus grand. Cette inégalité s'accentue davantage dans la suite. L'asparagine et amides congénères diminuent chez les cotylédons proportionnellement à la perte de matière sèche. L'asparagine et l'azote amidé soluble représentent, chez les plantules, une fraction d'autant plus considérable de l'azote total que celles-ci sont plus jeunes. A

mesure que progresse la végétation, le rapport entre l'azote amidé soluble et l'azote total diminue : ce qui prouve que la forme albuminoïde de cet azote tend à devenir prépondérante.

» Tous ces faits, ainsi que ceux que j'ai analysés antérieurement, montrent bien le rôle nutritif que jouent, vis-à-vis de l'embryon, les cotylédons et la façon dont leurs réserves, tant minérales qu'organiques, s'acheminent vers celui-ci pendant la germination. Les éléments puisés dans le sol n'interviennent, en ce qui concerne l'azote, l'acide phosphorique et la potasse, que lorsque les cotylédons ne peuvent plus fournir à la plantule qu'une quantité insuffisante de matière organique. Alors la fonction chlorophyllienne naissante permet au jeune végétal d'élaborer des composés carbonés. Ceux-ci, pour constituer la trame des nouveaux tissus, doivent avoir recours à l'azote provenant de l'extérieur; de nouveaux albuminoïdes se forment alors et l'on constate concurremment une absorption d'acide phosphorique venant du sol. Les cotylédons, ainsi que la chose a été bien souvent notée, ne s'épuisent jamais complètement en matières minérales, soit que celles-ci deviennent inutiles au jeune végétal, plus apte à trouver désormais dans le sol les éléments fixes dont il a besoin, soit que ces matières minérales, résiduaires en quelque sorte, se trouvent dans un état impropre à l'assimilation. »

CHIMIE ANIMALE. — *Méthode de séparation de l'acide glutamique et de la leucine par le gaz chlorhydrique*. Note de M. A. **Étard**, présentée par M. E. Duclaux.

« Les albuminoïdes les plus divers ou protoplasmides, car à travers leur variété ils résultent toujours de l'activité protoplasmique, peuvent être hydrolysés par l'acide sulfurique selon le procédé de Braconnot (*Annales de Chimie et de Physique,* 1821). J'ai montré précédemment (*Annales de l'Institut Pasteur,* 1901) qu'après avoir neutralisé l'excès d'acide pur de la craie, il convenait de terminer en alcalinisant par de la baryte, qu'on chasse finalement par l'acide carbonique, avant de distiller les eaux d'abord à la pression normale, puis dans le vide. J'ai reconnu depuis combien ces actions étaient utiles pour éviter la formation de sirops bruns inséparables, en enlevant le fer, l'acide phosphorique, la chaux et l'acide sulfurique, c'est-à-dire les phosphates et le plâtre. Ces éléments troublent toute cristallisation et proviennent des matières elles-mêmes, des vases attaqués et des masses d'eau employées.

» En agissant ainsi, la leucine, qui a été fort rare jusqu'à ce jour, se sépare avec une telle facilité que 1^{kg} de chair de veau donne, au premier jet, et après deux cristallisations à l'eau, 8^{gr} de leucine biologique pure en paillettes. A ne retenir que ce nombre, la chair comestible ordinaire peut libérer 0,8 pour 100 de leucine; la poudre de cette même viande sèche et dégraissée en donnerait 4,0 pour 100.

» Il peut en rester dans les sirops de ce premier dépôt, mais le traitement ultérieur de ces matières paraît encore des plus difficiles. Ce n'est que par des cristallisations fractionnées que j'ai pu isoler assez peu d'acide glutamique. M. E. Fischer, par la distillation fractionnée des éthers dans le vide, a séparé de ce milieu des acides amidés.

» Je me suis efforcé de trouver un moyen rapide, permettant d'éliminer facilement la leucine, puis l'acide glutamique, et de chasser ainsi dès l'abord les fortes masses connues. Celles-ci, dans bien des cas, encombrent le milieu et rendent plus ardue la tâche d'étudier les matériaux intéressants. Il s'agit donc ici d'une méthode de concentration, d'une sorte d'élimination des gangues.

» L'expérience a été faite sur un produit d'hydrolyse de la glyadine du gluten; je l'ai fondée sur l'observation de ce fait, que le chlorydrate de leucine est fortement soluble, tandis que celui de l'acide glutamique est d'une insolubilité remarquable. Le sirop neutralisé d'hydrolyse est précipité en cinq fractions par l'alcool méthylique. Les deux premières parts, malaxées dans cet alcool concentré et dissoutes dans très peu d'eau, sont traitées par un courant de gaz chlorhydrique. Il ne se fait aucun précipité, mais il est facile d'obtenir du chlorhydrate de leucine ne renfermant d'autre impureté qu'un petit excédent de HCl, lequel abaisse les nombres théoriques :

	C.	H.	Az.	Cl.	Cendres.
Trouvé........	41,7-41,9	8,2-8,4	7,4-7,6	23,1	0,4
Théorie.......	43,5	8,3	8,3	21,2	0,0

» Les précipités ultérieurs, soumis au même traitement, sont au moins pour moitié formés de glutamate neutre de baryum, et donnent rapidement un sable dense mélangé de $BaCl^2$ et de chlorhydrate glutamique, d'où il est aisé de séparer l'acide pur. L'acide glutamique n'est en somme que de la leucine oxydée. Celui de glyadine a les mêmes propriétés que celui de muscle de veau; ils forment tous deux un glutamate neutre de baryum. Ses sels barytiques et calciques ne laissent pas précipiter leur métal par l'acide carbonique, ce qui a lieu avec l'acide oxalique. La solubilité du glutamique est de 2,4 pour 100. En solution chlorhydrique concentrée par le gaz, cet acide est pratiquement insoluble même dans les milieux amidés complexes. La solubilité de l'acide pur en solution saturée de HCl à 15° n'est plus que de 0,8 pour 100. Sur l'acide glutamique dérivé de la chair par hydrolyse sulfurique, les observations suivantes ont été faites.

» *Analyse :*

	C.	H.	Az.
Observation.........	40,3	6,2	9,8
Théorie.............	40,8	6,1	9,5

» Point de fusion, 183°. Sa rotation est faible $\alpha_D = + 57'$; les cristaux orthorombiques, mesurés obligeamment par M. Wyrouboff, donnent les nombres connus : 123°, 40', 112°, 52', 93°, 15'.

» Le moyen pratique de se débarrasser du gaz chlorhydrique qui sature les eaux mères de ce traitement est de distiller à sec dans le vide, ce qui se fait très vite à 80°. Le résidu simplifié par le dépôt de la leucine et de l'acide glutamique reste à étudier.

» Après la cinquième précipitation des produits de glyadine par l'alcool méthylique concentré et la réunion des alcools de lavage de chaque précipité, on récupère ces alcools; il reste alors une matière azotée à consistance de miel, très soluble dans l'alcool méthylique absolu et de saveur fortement sucrée.

» L'étude des protoplasmides exige d'abord des perfectionnements de technique, dont je m'efforce, pour ma part, d'augmenter la qualité et le nombre. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le bleuissement de certains champignons.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« Quand on casse certains champignons appartenant au genre *Boletus*, on voit leur tissu, exposé au contact de l'air, prendre rapidement une coloration d'un beau bleu, coloration fugace qui disparaît après quelques minutes. En France, on désigne souvent ces champignons sous le nom de *faux Cèpes*, et, sans doute à cause de leur changement de couleur, on les considère comme vénéneux.

» Plusieurs savants ont cherché, mais sans y parvenir d'une manière définitive, à donner l'explication de ce curieux phénomène. Schönbein, en particulier, dans une lettre écrite à Faraday et publiée dans le *Philosophical Magazine*, en 1856 ([1]), a indiqué qu'on peut extraire de *Boletus luridus* Schæff. un principe résineux incolore, facilement soluble dans l'alcool et présentant avec la résine de gayac la plus étroite ressemblance : tous les réactifs qui bleuissent la solution alcoolique de gayac agissent, en effet, de la même manière sur la solution alcoolique de *Boletus luridus*. Comme,

([1]) T. XI, 4e série, p. 137.

d'autre part, cette dernière solution se conserve à l'air sans se colorer, il faut bien admettre, toujours d'après Schönbein, qu'il y a dans le champignon une substance particulière capable de transformer l'oxygène de l'air en ozone. En fait, le jus de divers champignons colore en bleu la solution alcoolique de *Boletus luridus*.

» J'ai montré, par une série d'expériences publiées en collaboration avec M. Bourquelot [1], que les faits intéressants observés par Schönbein sont exacts; bien plus, que la laccase extraite par moi de l'arbre à laque existe aussi dans beaucoup de champignons et que c'est notamment à son intervention qu'il faut rapporter le bleuissement des Bolets.

» Après ces observations, il semblait qu'il n'y eût plus, pour connaître à fond le phénomène, qu'à savoir quel est le corps sur lequel se porte l'action de la laccase. On va voir dans cette Note que le bleuissement des Bolets est en réalité un phénomène beaucoup plus complexe.

» Quand on fait macérer dans l'alcool des fragments d'un Bolet bleuissant quelconque, *Boletus cyanescens* Bull., *B. luridus* Sch., *B. satanas* Lenz, *B. pachypus* Fr., *B. lupinus* Fr., etc., soit à froid, soit mieux encore à la température de l'ébullition, on obtient un liquide jaune. Celui-ci renferme le chromogène, puisqu'il bleuit à l'air par addition de laccase, mais on n'est pas certain que les substances organiques ou minérales qu'il contient en même temps ne jouent pas aussi un rôle dans l'apparition de la couleur bleue.

» Je me suis donc appliqué à isoler le corps chromogène. Après une série d'essais que la pénurie de champignons pendant plusieurs années a rendue fort longue, j'ai réussi à l'obtenir dans un état de pureté suffisante et sous la forme cristallisée. Plus tard, je reviendrai sur la préparation et les propriétés de ce chromogène, que j'appelle *bolétol;* mais pour le moment il suffit de savoir qu'il présente les caractères d'un acide-phénol [2]. Voyons donc comment on peut, en possession du bolétol et de la laccase, reproduire et expliquer le bleuissement des Bolets.

» Ce qui frappe, tout d'abord, quand on traite une solution de bolétol dans l'eau *pure* par la laccase, extraite de l'arbre à laque ou de divers

---

(1) *Comptes rendus Soc. de Biologie,* 10e série, t. II, p. 579 et 582; 1895.

(2) Ce qu'on pouvait en partie prévoir d'après les relations qui existent entre la constitution des corps et leur oxydabilité sous l'influence de la laccase (GAB. BERTRAND, *Comptes rendus,* t. CXXII, p. 1132; 1896).

champignons, c'est l'irrégularité et même la difficulté avec laquelle on obtient une coloratiou bleue. Mais bientôt, en variant les expériences et en notant les résultats avec soin, voici ce qu'on observe :

» Quand on se sert d'une solution de laccase peu active, préparée par macération dans la glycérine d'espèces médiocres de champignons ou, ce qui est la même chose, d'une solution glycérinée un peu ancienne, on est obligé d'ajouter une quantité notable de solution de laccase. Alors, la coloration du bolétol devient toujours d'un beau bleu.

» Si, au contraire, on emploie une solution de laccase très active, tirée de l'arbre à laque ou, récemment, d'une bonne espèce de Russule, il suffit d'une trace de liquide fermentaire pour faire virer la couleur du bolétol; mais alors la teinte obtenue n'est jamais d'un bleu franc: elle est verte, quelquefois même gris sale ou rougeâtre.

» On est ainsi conduit à supposer qu'une substance particulière, accompagnant le bolétol (expériences anciennes) et la laccase (expériences nouvelles) intervient aussi dans la production du phénomène et, tout naturellement, il vient à l'esprit que cette substance pourrait bien être le manganèse.

» L'expérience prouve que la première partie de la déduction est exacte, mais que la substance nouvelle est, non pas le manganèse, mais un métal à peu près quelconque, alcalino-terreux, magnésien ou même alcalin.

» Il suit de là que pour obtenir à coup sûr une belle coloration bleue, il faut prendre une solution aqueuse d'un bolétate, celui de potassium, par exemple. On peut encore arriver au même but, si l'on a pris du bolétol, en ajoutant au mélange en réaction une trace de l'un des sels appartenant aux métaux énumérés ci-dessus. A cause de la petite quantité de bolétol qui est nécessaire, la réaction est extrêmement sensible; elle décèle très bien les moindres souillures des vases de verre dans lesquels on l'exécute ou la présence de sels dans l'eau qu'on emploie.

» La production des diverses couleurs s'explique par cette circonstance que le dérivé quinonique prenant naissance aux dépens du bolétol est lui-même de couleur rougeâtre, tandis que ses combinaisons métalliques sont bleues. En acidifiant le liquide bleu, on met la bolétoquinone en liberté et la couleur vire immédiatement au rougeâtre.

» D'aprés ces observations et mes recherches antérieures ([1]), le bleuis-

---

([1]) *Sur le pouvoir oxydant des sels manganeux et sur la constitution chimique de la laccase* (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1355; 1897).

sement des Bolets exige donc le concours de six facteurs différents : l'oxygène et le bolétol; la laccase et le manganèse, que cette dernière substance porte généralement avec elle; l'eau, qui agit à la fois comme dissolvant et surtout comme agent nécessaire d'hydrolyse; enfin, un métal alcalin, magnésien ou alcalino-terreux.

» C'est là un exemple remarquable de la complication que peuvent parfois présenter les réactions diastasiques et, d'une manière plus générale, les phénomènes biochimiques. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la racine d'Iboga et l'ibogine.* Note de MM. **Lambert** et **Heckel**, présentée par M. d'Arsonval.

« Depuis l'année 1897 nous avons poursuivi avec M. Schlagdenhauffen des recherches sur les origines, la composition et l'action de la fameuse racine d'Iboga du Gabon et du Congo français que M. Heckel a bien reconnu, au moyen d'échantillons authentiques émanés du R. P. Klaine, missionnaire apostolique des deux Guinées, être le *Tabernanthe Iboga* de Baillon, seule espèce de ce genre trouvée jusqu'ici au Gabon.

» Les échantillons botaniques ont toujours accompagné l'envoi des matériaux de recherches (racines et feuilles). Il n'y a donc aucun doute possible et c'est sur cette espèce, et non sur le *Tabernœ montana*, que les recherches physiologiques ont été entreprises. Il en est de même des recherches chimiques tout récemment publiées par MM. Haller et Heckel sur la même matière. Elles ont été faites sur des échantillons très authentiques du *Tabernanthe Iboga*. Les premières recherches physiologiques ont été effectuées avec les extraits, puis avec l'ibogine obtenus par M. Schlagdenhauffen. Elles ont été depuis contrôlées avec l'ibogine que M. Haller a bien voulu mettre à notre disposition.

» En injection sous-cutanée l'ibogine produit chez la grenouille une abolition des mouvements volontaires et réflexes avec persistance de l'excitabilité musculaire et nerveuse. Les mouvements respiratoires disparaissent pendant un temps plus ou moins considérable, le cœur continuant à battre. Pour entraîner avec son arrêt définitif la mort de l'animal il faut injecter des doses relativement considérables, environ $0^{gr},50$ par kilogramme. Avec des doses plus faibles, on observe une abolition de la sensibilité dans la région où a été faite l'injection.

» Chez le cobaye, le lapin et le chien la mort arrive par arrêt respira-

toire, au cours de convulsions. Si l'on injecte sous la peau une dose d'ibogine inférieure à la dose convulsivante, soit chez le chien moins de $0^{gr},02$ par kilog, on observe de l'excitation psychique. L'animal paraît en proie à des hallucinations, se blottit dans un coin, gronde ou se met à aboyer tout à coup. En même temps il est agité de quelques frissons. Au bout d'une heure il paraît revenu complètement à l'état normal.

» Nous n'insisterons pas sur les phénomènes généraux de l'intoxication iboginique que nous avons décrits récemment dans une Note préliminaire ([1]). Nous désirons surtout attirer l'attention sur les propriétés anesthésiantes de l'ibogine qui, à plus d'un titre, peut être comparée à la cocaïne. Ce rapprochement est d'autant plus intéressant que l'on attribue empiriquement des vertus comparables à la coca et à l'iboga.

» *Expérience.* — Un lapin de 2500^{gr} reçoit sous la peau de la cuisse gauche 1^{cc} d'une solution d'ibogine au centième (dissous sous forme de chlorhydrate en solution neutre). Au bout de dix minutes, des excitations douloureuses, telles que piqûres de la région, ne provoquent aucune réaction. L'anesthésie paraît complète. A tous autres égards l'animal paraît complètement normal.

» Le lendemain, ce même lapin reçoit en injection sous-cutanée $0^{gr},08$ d'ibogine. Au bout de vingt minutes, les mouvements des pattes postérieures disparaissent; puis les pattes antérieures glissent de côté, l'animal tombe et reste en place. Les excitations du tronc et des membres n'amènent aucun réflexe. La sensibilité de la tête et la conscience sont conservées.

» En instillation dans l'œil, quelques gouttes de solution d'ibogine au centième abolissent la sensibilité de la cornée. L'instillation produit tout d'abord une sensation légèrement caustique. Une goutte de la même solution placée sur les bords de la lamelle d'une préparation microscopique arrête rapidement les mouvements très actifs d'infusoires.

» Enfin l'immersion du nerf d'une patte galvanoscopique dans cette solution en détermine rapidement l'inexcitabilité.

» *Expérience.* — Le nerf d'une préparation galvanoscopique excité par des chocs d'induction d'un chariot de Du Bois-Reymond dont la bobine primaire est reliée à deux piles Leclanché détermine des secousses musculaires pour une distance des bobines de 13^{cm} à la rupture, de 10^{cm} à la fermeture. Après un quart d'heure d'immersion dans la solution d'ibogine au centième, RS à $10^{cm},5$, ES à 9^{cm}. Après trente minutes, RS à 2^{cm}, PS à 0^{cm}. Après quarante minutes, inexcitabilité complète.

» L'ibogine appliquée sur le cœur de la grenouille en détermine le ralentissement, puis l'arrêt systolique. Sur le chien curarisé, l'injection intraveineuse d'ibogine introduit un ralentissement analogue, amenant

---

([1]) *Société de Biologie*, 14 décembre 1901.

une chute de la pression sanguine. Le ralentissement est d'origine cardiaque et n'est pas aboli par la section des pneumogastriques. »

PHYSIOLOGIE. — *Essai de mesure des activités cytologiques.* Note de M. **Rémy Saint-Loup**, présentée par M. d'Arsonval.

« Il est facile d'observer que les êtres vivants d'espèces différentes ne se développent pas avec la même vitesse. Mais l'observation semble en être restée à ce point; on n'a pas analysé ces différences de vitesse plastique, de sorte que les causes de ces phénomènes sont encore du domaine de la métaphysique.

» Les remarques qui suivent, en présentant les conclusions tirées de faits expérimentaux, ont pour objet de proposer une méthode de recherche dans cette direction nouvelle.

» 1° Les phénomènes de multiplication cellulaire sont corrélatifs des actes vitaux des cellules;

» 2° Les actes vitaux des cellules sont corrélatifs d'actes chimiques accomplis dans ces cellules et dans le milieu qu'elles habitent.

» Cette proposition présente sous une forme conciliante les propositions suivantes dues, la première à Pasteur, la seconde à Berthelot :

« L'acte chimique de la fermentation est essentiellement un phénomène corrélatif » d'un acte vital. »

« La fermentation ne présente de corrélation nécessaire à l'égard d'aucun phéno- » mène physiologique. »

» De ce qui précède il résulte, comme il résulte aussi de l'expérience, que : *Les phénomènes de multiplication cellulaire sont corrélatifs des actes chimiques accomplis dans ces cellules et dans le milieu qu'elles habitent.*

» Or ces actes chimiques sont nécessairement déterminés par la nature chimique du milieu physiologique où évoluent les cellules, il en faut conclure *qu'il y a une relation entre les phénomènes de multiplication cellulaire et la spécificité du milieu où ces cellules évoluent.*

» Par conséquent si nous trouvons une manière de mesurer les multiplications cellulaires, nous aurons acquis un appareil d'études pour la spécificité physiologique des milieux [1].

---

(1) Il semblerait que la Morphologie, qui établit des classifications suivant des apparences qui dépendent des multiplications cellulaires, puisse, d'après ce que nous

» Pour qu'une méthode morphométrique implique les corrélations nécessaires de ses expressions numériques avec les phénomènes physiologiques, il faut qu'elle permette de comparer les phénomènes cytologiques, non seulement dans un même organisme, mais dans des organismes d'espèces différentes, et pour cela, il faut que la commune mesure soit fonction du temps et de l'espace.

» Ceci posé, remarquons que, dans un organe ou dans un organisme qui se développe, toute nouvelle cellule provient de la substance d'une autre cellule qui a augmenté de poids, et cette prolifération a pour résultat sensible l'augmentation du volume et du poids de l'organisme. Il en résulte que les mesures successives du poids d'un organisme fournissent des nombres qui sont en rapport avec les augmentations du nombre des cellules. Nous admettons, en effet, que le volume de chaque cellule ne change pas sensiblement pendant la vie et que la densité de l'être vivant reste à peu près constante.

» Ainsi, l'expression du poids d'un organisme aux différents stades de son existence, donnera une indication relative au travail de prolifération cytologique de cet organisme. Si l'on traçait la courbe de ces poids pour des cellules mobiles et vivant en dehors des organismes, comme par exemple les cellules de levure, dans des milieux chimiquement définis, on pourrait, en variant les conditions d'expérience, rechercher les lois des combinaisons de cette substance vivante avec les corps chimiques, comme on établit les lois de combinaisons de matières chimiques entre elles.

» Mais ce que nous visons ici ce sont les comparaisons entre espèces et par conséquent entre milieux physiologiques différents. Il faut donc comparer d'abord les actions des cytodes indépendamment de la connaissance du milieu et déduire plus tard des résultats obtenus cette connaissance du milieu pour laquelle nous avons un point de départ dans le cas des cytodes de la levure.

» Soient donc un organisme quelconque; P_0 son poids au commencement de l'expérience; P son poids après un temps t; si nous appelons θ le coef-

---

venons de dire, être considérée comme fournissant une méthode naturelle et physique. Il n'en est rien et je maintiens ici les conclusions que j'énonçais dès 1893 à la suite de recherches expérimentales : « Le criterium chimique de l'espèce est prépondérant et sans relation nécessaire avec les caractères morphologiques. » Il est évident d'ailleurs que la Morphologie ne tenant compte ni des valeurs du temps, ni des valeurs de volume dont les accroissements sont fonction, ne fournit pas de mesures comparables.

ficient d'activité cytologique (ou d'accroissement, ou de vitesse plastique), nous pourrons toujours calculer θ, qui seul dans notre expérience ne peut pas être mesuré directement, en le tirant de la formule

$$P = P_0(1 + \theta t)$$

» Car le poids d'un organisme après t jours (si nous prenons le jour pour unité) est égal au poids initial multiplié par $1 + \theta t$.

» En effet, au bout de t jours, l'augmentation de poids étant $P - P_0$, l'augmentation par jour est

$$\frac{P - P_0}{t},$$

et si cette augmentation a été produite par un organisme pesant P_0 grammes, l'augmentation produite par 1^{gr} de cet organisme sera

$$\frac{P - P_0}{P_0 t} = \theta,$$

θ le coefficient de croissance n'étant autre chose que le poids de substance fabriqué par l'unité de poids de l'organisme dans l'unité de temps. De cette formule on tire évidemment celle que nous donnions au début.

» Évidemment aussi les expressions de θ sont spécifiques, car les êtres différents ne se développent avec des vitesses différentes que parce qu'ils sont d'espèces différentes ou réciproquement.

» Comme je l'ai fait remarquer tout d'abord, pour que les valeurs θ soient comparables exactement il faut supposer que les cellules des organismes en expérience sont de même volume et de même densité. Il n'y aurait pas là d'objection tant que l'on ne rapporte pas les expressions numériques de θ au nombre des cellules, et il serait permis de tirer des conclusions relatives au nombre des cellules, dans tous les cas, en tenant compte des dimensions microscopiques et des densités.

» Parmi d'autres objections dont je ferai la critique ultérieurement, il y en a une qui consiste à faire remarquer que, pour l'exactitude générale des résultats, il faut évaluer les variations de poids des liquides de l'organisme, les variations introduites par les degénérescences et les éliminations. Mais ce sont là des valeurs qui sont dans beaucoup de cas en variations proportionnelles avec les variations d'activité plastique et qu'il sera d'ailleurs intéressant de rechercher par l'expérience.

» En résumé, la détermination expérimentale des valeurs numériques du coefficient θ permet d'exprimer les activités cytologiques en quantités mathématiques comparables, ce qui, je crois, n'a pas été fait jusqu'ici, et

cela donne une base pour comparer des phénomènes biologiques à travers les variations des conditions où ils se manifestent et en fonction de grandeurs ayant une commune mesure. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations sur le développement des nodosités radicales chez les Légumineuses.* Note de M. ÉMILE LAURENT, présentée par M. Duclaux.

« Depuis 1897, je cultive diverses Légumineuses dans les cinq parcelles d'un champ d'essais établi en terre franche fertile. Chacune, toujours la même, reçoit chaque année des doses excessives d'engrais azotés (planche 1), ou d'engrais potassiques (planche 2), ou de superphosphates de chaux (planche 3), ou de chaux (planche 4), ou de chlorure de sodium (planche 5). Ces différentes parcelles s'enrichissent ainsi progressivement d'un élément déterminé, et l'on peut suivre l'influence de celui-ci sur la variation, sur la résistance des plantes aux parasites ou sur d'autres propriétés biologiques.

» J'expose aujourd'hui les faits observés au sujet de l'action des matières minérales sur le développement des nodosités des Légumineuses. Les plus complètes sont relatives à une variété de pois (*Merveille d'Amérique*), qui fut semée au printemps 1897 dans les cinq parcelles. Les graines récoltées dans chacun des carrés furent plantées l'année suivante dans le même carré jusqu'au mois d'avril 1901.

» Dès la première récolte, en 1897, on constata des différences très nettes sur les racines, pour ce qui est du nombre et de la distribution des nodosités microbiennes.

» Dans la planche 1 (avec sulfate d'ammoniaque), il y avait sur les racines peu de nodosités; elles étaient dispersées le long des ramifications latérales.

» Au contraire, les racines des pois de la planche 2 (avec sels potassiques) portaient des tubercules abondants et agglomérés en amas au voisinage du pivot.

» Il y en avait davantage encore dans la planche 3 (avec superphosphates) et ces organes étaient aussi groupés près de la racine principale.

» Sous l'influence de fortes doses de chaux, les nodosités n'étaient pas abondantes, mais elles constituaient des masses volumineuses, dont les plus grosses avaient jusqu'à 10^{mm} de diamètre.

» Enfin l'action du chlorure de sodium avait provoqué la formation de petites nodosités peu nombreuses.

» Chaque été, les mêmes constatations ont été faites; elles ont conduit à des conclusions qui, d'année en année, devenaient de plus en plus évidentes. Ainsi, en 1900 et 1901, il n'y avait plus de nodosités sur les racines des pois du carré avec engrais azotés (nitrate de soude et sulfate d'ammoniaque); elles étaient excessivement nombreuses et serrées sur celles de la parcelle avec engrais potassiques et sur celles du carré avec superphosphate. Il n'y en avait pas beaucoup dans la parcelle avec chaux, mais elles étaient toujours très grosses.

» L'influence des nitrates sur la production des nodosités a été depuis longtemps mise en évidence par les cultures de Légumineuses en solutions nutritives.

» A deux reprises, en 1899 et en 1901, les graines récoltées dans la planche 1 sur les pois qui avaient fini par perdre la faculté de donner des nodosités microbiennes, furent semées dans une terre ordinaire. Tous les plants portèrent sur leurs racines de nombreux tubercules.

» Après cinq générations successives, dont les deux dernières ne présentaient plus aucun cas de symbiose microbienne, grâce à l'influence des engrais azotés, il ne s'était donc point produit de race spéciale par acquisition du caractère en question. Il n'est nullement héréditaire et dépend entièrement des conditions de milieu.

» Il en est de même de l'aptitude des pois à produire des nodosités serrées près de la racine principale ou un petit nombre de gros tubercules microbiens. Des graines récoltées cette année dans les planches 2, 3 et 4, mais semées en terre normale, ont produit des plantes dont les nodosités ne présentaient aucune différence.

» Bien que dans la planche 1 les pois soient privés de nodosités, le microbe spécial y existe encore, tout au moins à l'état de germes. Récemment, il a suffi d'ajouter un peu de terre prise dans ce carré, à $0^{m},25$ de profondeur, à des pois cultivés en terre stérile, pour y provoquer la formation de nodosités.

» Il convient cependant de ne pas généraliser les observations faites sur le Pois : les divers éléments fertilisants n'ont pas la même action sur toutes les légumineuses. J'ai eu l'occasion d'en cultiver d'autres espèces, à côté des pois, mais non d'une manière continue.

» Chez la Vesce velue, il y avait beaucoup de nodosités sur les pieds de la planche 5 (Na Cl), davantage sur ceux de la planche 2 et encore plus

sur les racines développées dans la planche 3; par contre, il y en avait peu en planche 4 et quelques-unes seulement en planche 1.

» Pour la Vesce cultivée, les résultats sont analogues, avec cette différence que les nodosités sont proportionnellement moins abondantes et ont une tendance, en planches 2 et 3, à devenir grosses et à se ramifier.

» Le Lupin jaune a donné des résultats très différents. On sait que cette espèce se développe souvent mal dans les terrains pourvus d'une certaine dose de carbonate de chaux. Il en est ainsi dans les terres limoneuses des environs de Gembloux, où chaque racine de Lupin jaune porte à peine une grosse nodosité.

» Tandis que le Lupin n'avait pas de nodosités dans les planches 1, 2 et 4, il en avait quelques-unes en planche 5; sur les pivots des plantes de la planche 3 les tubercules étaient si nombreux qu'ils formaient un chapelet continu depuis le collet jusqu'au sommet; même il s'en était produit sur les racines latérales.

» Voici enfin un dernier résultat non moins curieux. Il est relatif à la Féverole, qui, comme la Fève de marais, sa proche parente, ne donne guère de nodosités dans les milieux pauvres en engrais azotés. Il en existait, en effet, beaucoup sur les pivots et aussi sur les racines latérales dans la planche 1, ainsi que sur les pivots des plantes des planches 2 et 5; mais les tubercules étaient plus rares sur les racines des planches 3 et 4.

» Ainsi l'addition de superphosphate stimule la production des nodosités radicales chez le Pois, la Vesce velue et la Vesce cultivée et surtout chez le Lupin jaune. C'est le contraire chez la Fève. Chez cette dernière espèce, les engrais azotés excitent la formation des nodosités, tandis qu'ils la paralysent chez les autres Légumineuses étudiées ([1]). »

ÉCONOMIE RURALE. — *Les causes d'infécondité des sols tourbeux.* Note de M. J. **Dumont**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Dans les terrains tourbeux, qui sont naturellement impropres à la culture, l'humus revêt d'ordinaire une forme passive et très réfractaire à la nitrification. Comment interpréter ce fait? On a cru longtemps que l'inertie de l'azote, cause essentielle d'infécondité, dépendait exclusivement de l'état mouilleux du sol et de la surabondance des matières organiques. S'il

([1]) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XIII, p. 151; 1899.

en était réellement ainsi, on comprendrait mal l'insuffisance de l'assainissement et du chaulage comme procédés d'amélioration, et l'on ne s'expliquerait pas la persistance du défaut de nitrification dans des terres calcaro-humifères convenablement drainées. Il nous faut, dans ce cas, invoquer d'autres raisons pour établir les véritables causes de la passivité des composés azotés de l'humus de tourbe.

» J'avais d'abord pensé que la mauvaise constitution du milieu pouvait être un obstacle au développement des ferments nitrificateurs; et, comme il était facile de rechercher expérimentalement ce qu'il y avait de vrai dans cette supposition, je résolus de faire quelques essais de nitrification avec le sulfate d'ammoniaque.

» Mes premières expériences sur ce sujet remontent à plus d'un an; elles furent effectuées, en septembre 1900, avec une terre tourbeuse des environs d'Amiens très appréciée par les maraîchers. Un échantillon de 500^{gr} fut arrosé avec 150^{cc} d'une solution contenant 1^{gr},5 de sulfate d'ammoniaque; un lot semblable fut réservé comme témoin et reçut 150^{cc} d'eau distillée. Le taux d'humidité a été maintenu constant pendant toute la durée de l'expérience. Tous les 10 jours, je prélevai 130^{gr} de matière pour le dosage des nitrates. En un mois, comme le montre le Tableau suivant, le sel ammoniacal fut nitrifié :

	Azote nitrique, en milligrammes, obtenu après			
	10 jours.	20 jours.	30 jours.	40 jours.
Témoin	0,95	1	1	1,1
Tourbe avec sulfate d'ammoniaque	33,7	50	60	61

» Au printemps suivant, je fis de nouveaux essais sur différentes tourbes ayant reçu 30^{cc} d'une solution dosant 0^{gr},5 de sulfate d'ammoniaque, pour 100^{gr} de terre. Les résultats obtenus sont à peu près du même ordre, mais la nitrification n'a pas été aussi complète :

	Azote nitrique, en milligrammes, obtenu en un mois.		
	Tourbe de Brunémont (Nord).	Tourbe de Palluel (P.-de-C.).	Tourbe d'Abbeville (Somme).
Témoins [1]	5	6	2,5
Tourbes avec sulfate d'ammoniaque	80	87	96

» Le fait que des sols naturellement inaptes à nitrifier l'azote qui s'y trouve contenu peuvent, comme les terres ordinaires, transformer les sels ammoniacaux qu'on y incorpore artificiellement, montre bien que l'inertie de l'azote est plutôt imputable à la nature de l'humus qu'à la constitu-

(1) Les témoins accusent ici une proportion d'azote nitrique plus élevée; cela tient à ce que les terres ont séjourné plus longtemps au laboratoire, avant d'être mises en expérience, et qu'elles ont pu ainsi absorber des vapeurs ammoniacales.

tion physique du milieu. Il est visible, en effet, que si la matière azotée de la tourbe pouvait se transformer en composés ammoniacaux, la nitrification se produirait abondamment dans les sols tourbeux. C'est donc au *défaut d'ammonisation* que nous devons attribuer l'inertie de l'azote.

» J'ai poussé plus loin mes investigations. J'ai voulu établir que le manque de potasse, dans certaines terres humifères, était la cause déterminante de la passivité de l'humus. L'analyse montre que dans les sols ordinaires le rapport de l'azote à la potasse oscille entre 1 et 2. Il est bien loin d'en être ainsi pour les terrains tourbeux; il y a une disproportion considérable entre l'azote et la potasse. J'ai trouvé en effet :

	Azote pour 1000.	Potasse pour 1000.	Rapport de l'azote à la potasse.
Tourbe de Palluel (Pas-de-Calais)....	19,0	0,87	21,8
Tourbe de Brunemont (Nord)........	17,3	0,73	23,6
Tourbe d'Abbeville (Somme)........	21,0	0,91	23,0
Sol tourbeux du Val d'Yèvre (Cher)...	13,2	0,36	36,6

» Ainsi la disproportion n'est pas discutable, surtout si l'on remarque que les terres précédentes sont relativement riches en potasse.

» Dans des recherches antérieures ([1]), dont la plupart ont été effectuées en collaboration avec M. Crochetelle, j'ai montré l'action manifeste des sels de potasse sur la nitrification. Il pouvait être intéressant de rechercher expérimentalement si le carbonate de potassium, puissant dissolvant de l'humus, ne favorisait pas d'une façon sensible l'*ammonisation*, c'est-à-dire la production de l'ammoniaque dans la terre arable. Les essais que je vais relater ne laissent aucun doute à cet égard.

» Une tourbe d'Abbeville, dosant 0,000 65 d'azote déplaçable par la magnésie, a été traitée par des doses déterminées de carbonate de potasse; j'ai opéré en vase clos, à 40°, sur 100gr de matière accusant encore 50 pour 100 d'humidité. Après deux, quatre et huit jours d'expérience, on a dosé l'ammoniaque formée et l'on a trouvé respectivement :

Carbonate de potasse pour 100.	Azote ammoniacal, en milligrammes, obtenu après 2 jours.	4 jours.	8 jours.
0	1,2	1,3	1,4
1	16,4	18,4	26,4
1,5	20,4	25,0	32,4
2	26,4	30,6	34,6

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVII, CXVIII, CXIX et CXXV.

» Ces résultats montrent bien que le défaut de nitrification des sols tourbeux a pour cause efficiente un état particulier de la matière azotée qui se trouve contenue dans ces sortes de terres, et qui se traduit toujours par un défaut absolu d'ammonisation; cet état me paraît être une conséquence inévitable du manque de potasse active, puisqu'il suffit d'incorporer au sol du carbonate de potasse ou des matières pouvant l'engendrer par double décomposition pour rendre l'humus nitrifiable en favorisant l'action des ferments ammoniacaux. »

BOTANIQUE. — *Un nouveau cas de variation de la Vigne à la suite du greffage mixte.* Note de M. **A. Jurie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une précédente Note (¹), j'ai indiqué à l'Académie comment, à la suite du greffage mixte, j'ai obtenu une grappe à fleurs hermaphrodites sur un pied de Vigne qui jusqu'ici n'avait fourni que des fleurs mâles. J'ai attribué cette variation à un mélange de sèves qui, après greffage, avaient rendu prédominante une sève commune au sujet et au greffon, et qui se trouvait auparavant en minorité. J'ajoutais que j'avais plusieurs expériences en cours dans le but de vérifier cette hypothèse, émise en 1899, et de rechercher si l'on pouvait, par des greffes raisonnées, améliorer le fruit ou augmenter ou diminuer la résistance d'une partie déterminée de la Vigne, en la greffant sur une Vigne de résistance différente.

» Voici les résultats de ces expériences.

» J'ai pris pour sujet d'études un de mes hybrides, le 340^A; c'est un othello *x* Mondeure *Rupestris Monticola*, d'une faible résistance au phylloxera. Son raisin est *tardif* et *foxé*, à grains serrés, ne fendant pas et ne pourrissant pas. J'ai greffé cet hybride, en 1898, sur dix pieds de *Cordifolia Rupestris* de Grasset, que j'avais sous la main en ce moment. Or, cette dernière plante fournit un raisin précoce; elle est d'une haute résistance au phylloxera et calcifuge. En 1899, je fus surpris de voir sur tous mes greffons des raisins dorés et absolument sans goût de fox, mûrs au 15 août, quand ceux du pied mère étaient encore à ce moment à l'état de verjus. Les dix pieds présentaient à la fois la même variation, qui était bien le résultat de la greffe; on ne pourrait guère, en effet, invoquer ici une variation de bourgeons, puisqu'il s'agit de dix greffons ayant varié dans le même sens et que les parents de l'hybride ainsi modifié sont tous tardifs.

» Au printemps 1900, je fis trente boutures de ces dix pieds atteints par la varia-

(¹) A. Jurie, *Sur un cas de déterminisme sexuel produit par la greffe mixte* (*Comptes rendus*, 2 septembre 1901).

tion. Tous ces pieds nouveaux ont conservé intégralement leur caractère de précocité acquis à la suite du greffage, et cette année au 15 août 1901 j'ai pu montrer aux membres de la Commission d'enquête de la Société des Agriculteurs de France, sur les producteurs directs, ces boutures ayant à la deuxième feuille des raisins mûrs dorés, absolument droits de goût et en tous points pareils à ceux des pieds sur lesquels elles avaient été prises.

» Ces mêmes boutures m'ont révélé un autre fait intéressant. Cette année, au printemps, elles ont été atteintes de la chlorose. Or, d'après les études de M. Millardet, l'hybride de 340^A est des plus résistants à cette maladie et donne sa résistance égale à celle du *Rupestris* du Lot.

» La diminution de la résistance à la suite de son greffage sur plante calcifuge est donc encore un caractère du sujet transmis au greffon.

» Enfin cette année, j'ai constaté sur ce même 340^A un phénomène nouveau, concernant la résistance au phylloxera.

» Désireux de voir si le sujet avait transmis au greffon sa résistance phylloxérique, j'ai fait les expériences suivantes. Dans deux pots d'assez grande taille, je bouturai à la fois le 340^A provenant du pied mère et le 340^A provenant des greffons placés sur *Cordifolia Rupestris*. Je plaçais plus tard entre ces deux boutures des racines couvertes de phylloxeras. Le 8 novembre dernier, je levai les boutures de l'un des pots : la bouture venant du piedmère portait dix nodosités phylloxériques quand la bouture du pied greffé n'en portait pas. Ces boutures ont été adressées à M. Millardet qui a vérifié le fait.

» Le 14 novembre les boutures furent levées en présence de M. Daniel, qui se rendait au Congrès de Lyon ; l'expérience fut tout aussi concluante : seule la bouture provenant du pied greffé était indemne; l'autre portait de nombreuses nodosités. Ces quatre boutures ont été montrées en nature au Congrès de l'hybridation de Lyon le 16 novembre dernier, et chacun a pu se convaincre de la réalité du fait.

» Si je rapproche ces résultats du cas de déterminisme sexuel que j'ai déjà signalé, je crois pouvoir en tirer les conclusions suivantes :

» 1° La variation spécifique observée par M. Daniel dans les plantes herbacées et certaines plantes ligneuses existe aussi dans les greffes de Vigne, contrairement à l'opinion dominante actuelle : cette variation porte sur les sexes, la précocité, la résistance aux agents extérieurs qui peut être augmentée ou diminuée suivant la prédominance de telle ou telle série, à la suite de la coalescence des cellules végétatives.

» 2° Ces faits viennent à l'appui des théories générales de M. Armand Gautier sur le mécanisme de l'hybridation et de la production des races [1]. Ils sont conformes aux théories et aux résultats des beaux travaux de

---

(1) ARMAND GAUTIER, *Les mécanismes de l'hybridation et de la production des races* (Congrès de l'hybridation de la vigne; Lyon, 16 novembre 1901).

M. Daniel sur la variation dans le greffage (¹) et réalisent la première application à la Vigne de sa méthode de perfectionnement systématique des végétaux qui, j'en suis convaincu, est appelée à rendre les plus grands services à la Viticulture. »

BOTANIQUE. — *Sur le vieillissement de l'embryon des Graminées.* Note de M. **Edmond Gain**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Communication antérieure (²), nous avons indiqué que les embryons des graines pharaoniques étaient très modifiés. Leur état, si différent de celui des embryons modernes de même espèce, nous a amené à rechercher les conditions de cette transformation.

» Celle-ci pouvait être attribuée à une sorte de vieillissement naturel ou bien à un traitement que ces graines auraient subi, lors de leur dépôt, en vue d'empêcher leur évolution ultérieure. Nous exposerons ailleurs le résultat de nos expériences à ce sujet; mentionnons seulement ici que beaucoup de lots de graines pharaoniques n'ont subi aucune préparation. D'ailleurs, la comparaison de l'embryon de ces graines antiques avec des graines d'herbier, moins anciennes, démontre que l'état de leur embryon s'explique parfaitement par le vieillissement naturel.

» On ignore jusqu'ici si le germe reste morphologiquement intact en vieillissant, lorsque les graines sont conservées dans de bonnes conditions. Nous avons cherché si des caractères de vieillesse peuvent être trouvés et au bout de combien de temps ils se manifestent.

» Cette Note est relative à l'examen d'environ vingt-cinq variétés de diverses Graminées : Blés appartenant aux *Triticum sativum*, *T. turgidum*, *T. polonicum*, *T. Spelta*, *T. monococcum*; *Ægilops ovata*, *Æ. speltæformis*, *Æ. squavœsa*, *Æ. triuncialis*; *Hordeum vulgare*, *H. distichon*, *H. hexastichum*; *Zea Mays* (10 variétés).

» Les graines examinées peuvent être considérées comme d'origine et d'âge authentiques et proviennent des collections suivantes :

» *Collections du Musée d'Ethnographie du Trocadéro* (directeur, M. Hamy) : Graines des sépultures péruviennes d'Ancon (XVIᵉ siècle). — *Collections pharao-*

(¹) L. Daniel, *La variation spécifique dans le greffage* (Congrès de l'hybridation; Lyon, 16 novembre 1901).

(²) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1643; 1900.

niques du Musée de Boulaq (directeur, M. Maspero). — *Herbier Dominique Perrin de Dommartin* [1] (1604-1650), Nancy. — *Collections du Muséum d'Histoire naturelle de Paris* (MM. Bureau, Poisson, Bonnet) : Plantes des herbiers de Tournefort (1700), A.-L. de Jussieu (1750), Pourret (1785), A.-P. de Candolle (1822), Desvaux (1831), Lejeune (1835), Grenier (1849). — *Herbiers des Collections de la Sorbonne* (1789-1880), M. Masclef. — *Collections de l'École de Médecine de Reims.* (M. Géneau de la Marlière) : Herbiers Levent et Saubinet (1827-1850). — *Collections de Céréales de Godron* (1850), Nancy, etc.

» On a pratiqué, dans les grains de chacune des espèces citées, des coupes longitudinales assez épaisses, d'épaisseur comparable, et passant par le plan médian de l'embryon. En comparant ces coupes, même à un faible grossissement, l'état des embryons permet de les placer presque avec certitude dans l'ordre d'ancienneté, bien que les origines des graines soient différentes. Pour des graines âgées de 4, 20, 50, 100, 200, 400, 3000 ans, le classement est facile. Sans indication préalable, on réussit, par exemple, à placer, par ordre d'âge, les grains suivants :

Triticum turgidum.......	3 ans,	51 ans,	64 ans,	70 ans,	116 ans.
Triticum Spelta..........	4 ans,	51 ans,	66 ans,	79 ans.	

» Conservées non à l'abri de l'air, les graines de Blés, Orges, Maïs, et en général toutes les Graminées observées par nous, ont montré une altération graduelle de l'embryon. Avec l'âge, l'embryon jaunit, puis subit un brunissement noir rougeâtre, très apparent à l'œil nu, et dont on peut mesurer l'intensité sur les coupes vues au microscope. Pour toutes les Graminées âgées de plus d'un siècle, ce brunissement caractéristique était déjà très accentué. Celui-ci s'exagère déjà beaucoup pendant le second siècle. Le degré d'altération des Maïs des sépultures péruviennes d'Ancon, par exemple, est presque aussi intense que celui des céréales pharaoniques. Ces dernières, malgré leurs âges parfois très différents, sont donc à peu près dans un même état de conservation.

» Au début de la transformation de l'embryon, pendant les cinquante premières années de conservation, la marche de l'altération n'est pas toujours régulière. On peut le constater en comparant des lots de diverses origines. Un embryon de 4 ans peut manifester parfois une altération aussi visible que celle qu'on enregistre habituellement sur un embryon de 40 ans, et inversement. Ces différences peuvent probablement provenir de causes diverses : climat de l'année de la récolte, degré de maturité du grain au moment de la récolte, etc. C'est surtout sur des graines âgées de 40 à 120 ans qu'on peut suivre le brunissement graduel de l'embryon. On observe que les régions des points végétatifs sont les premières modifiées. L'ordre d'envahissement des parties est le suivant : gemmules et premières feuilles, cône radiculaire, partie moyenne de l'embryon, scutellum.

---

(1) Cet herbier a été retrouvé par nous en 1900. C'est l'herbier français le plus ancien qui soit connu actuellement, après celui de Jean Girault. L'herbier Perrin est aussi un des sept plus anciens herbiers d'Europe. Il comprend 996 plantes et fait désormais partie des collections de l'Université de Nancy.

» Si l'on remarque que les embryons des Graminées sont relativement riches en matières grasses (souvent plus de 7 pour 100), on peut penser que ces substances très altérables sont une des causes de la transformation constatée. On sait, en effet, que les graines dites *oléagineuses* sont rapidement modifiées chimiquement, et perdent en même temps leur pouvoir germinatif.

» Parmi les graines qui manifestent leur faculté germinative par un début de germination, dans de nombreux essais, aucune d'elles n'a présenté la trace d'un commencement de brunissement.

» Nous ne pouvons pas encore savoir d'une façon certaine si le brunissement des graines des Graminées leur fait perdre leur pouvoir germinatif, ou s'il n'est qu'une conséquence de la mort définitive de la graine.

» Nous continuons nos recherches à ce sujet, ainsi que l'étude des modifications, avec l'âge, des graines pourvues de réserves de diverses natures.

» *Conclusions.* — Il résulte des observations précédentes que l'on possède désormais une méthode pour classer des graines de Graminées par ordre relatif d'ancienneté. On peut aussi, dans une certaine mesure, déduire approximativement l'âge d'une de ces graines, en comparant le degré de brunissement de l'embryon avec celui de graines types dont l'âge est connu. »

BOTANIQUE. — *Sur les globules réfringents du parenchyme chlorophyllien des feuilles.* Note de M. **Louis Petit**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Il est aisé d'apercevoir, sans aucun réactif, dans les cellules du parenchyme chlorophyllien de certaines feuilles, par exemple chez les Saxifrages, un globule très réfringent (rarement deux ou trois). Parfois, si les grains de chlorophylle sont trop nombreux et masquent le globule, on peut le faire apparaître en ajoutant à la préparation une goutte d'eau de Javel, qui décolore les grains.

» Généralement, ce sont des globules de graisse puisqu'ils ne disparaissent pas sous l'action de l'eau de Javel, ne se dissolvent pas dans l'alcool, sont dissous par l'éther et colorés en rouge par la teinture d'alkanna. Toutefois, pour ne rien préjuger sur leur nature (graisseuse ou résineuse) et aussi pour simplifier le langage, je les désignerai sous le nom de *sphérulins*.

» Je n'ai pas la prétention de révéler aux botanistes l'existence de ces globules, mais je veux faire à leur sujet les deux remarques suivantes :

» 1° Les sphérulins existent, tantôt dans tous les genres d'une même

famille, ou du moins dans la grande majorité des genres; tantôt on ne les rencontre pas du tout ou dans quelques genres seulement;

» 2° Ces sphérulins se montrent surtout chez les familles supérieures, principalement chez les Gamopétales inférovariées et supérovariées et les Dialypétales inférovariées. Parmi les Dialypétales supérovariées, je ne les ai trouvés (je parle des grandes familles) que dans les Rosacées, qui du reste ont des affinités avec les Saxifragacées et exceptionnellement chez les Renonculacées dans les feuilles du *Pæonia Moutan* qui forme un trait d'union entre les Renonculacées et les Rosacées.

» Le Tableau suivant permet de se rendre facilement compte de la distribution des sphérulins dans les Gamopétales et les Dialypétales. Les familles dont les genres sont tous ou en majorité pourvus de sphérulins sont précédés d'un astérisque.

» **Gamopétales inférovariées.**

» *Composées : Sur 10 genres, 7 ont des sphérulins. — *Dipsacées. — *Caprifoliacées. — *Rubiacées. — *Lobéliacées. — *Goodéniacées. — *Campanulacées.

» **Gamopétales supérovariées.**

» Gesnéracées. — Plantaginées. — *Labiées : Sur 10 genres, 8 ont des sphérulins. — *Verbénacées. — *Acanthacées. — Bignoniacées. — Scrophulariacées. Except. : *Paulownia* et *Penstemon*. — Hydrophyllées. — *Asclépiadées. — *Apocynées. — Oléacées : Sur 9 genres, 3 seulement ont des sphérulins. — Polémoniées. — Borraginées. — Solanées. — *Ericacées. Sphérulins, sauf chez *Erica*.

» **Dialypétales inférovariées.**

» *Cornées. — Araliacées. — Ombellifères. — Cucurbitacées. — Haloragées. — *Œnothéracées. — *Lythracées. — *Saxifragées.

» **Dialypétales supérovariées.**

» *Rosacées. — Légumineuses. — Linacées. — Géraniacées. — Crucifères. — Hypéricacées. — Malvacées. — Sterculiacées. — Tiliacées. Pas de sphérulins, sauf chez *Aristotelia*. — Renonculacées. Pas de sphérulins, sauf chez *Pæonia Moutan* (seul *Pæonia* examiné).

» Je ferai remarquer que les Caprifoliacées et les Cornées, qui sont rapprochées par tant de caractères, possèdent toutes deux des sphérulins.

» J'ajouterai que les feuilles panachées qui renferment des sphérulins dans leur parenchyme vert, n'en contiennent pas dans leur parenchyme incolore. Ex. : *Aucuba japonica*. Les sphérulins m'ont paru manquer dans les jeunes feuilles. J'aurai à étudier ce qui se passe dans les feuilles étiolées.

» Ayant commencé ce Travail à la fin de l'été, je n'ai pas eu le temps de le terminer avant la mauvaise saison, et je ne puis donner de résultats relatifs aux plantes apétales. Toutefois, je puis dire que dans les quelques pré-

parations que j'ai pu faire concernant ce groupe (Urticacées, Polygonées, Chénopodiées, Cupulifères, Inglandées), je n'ai pas observé de sphérulins.

» Je me propose du reste de compléter mes recherches pour les groupes supérieurs et de les étendre aux ordres inférieurs ([1]). »

BOTANIQUE. — *Considérations sur la sexualité de certaines levures.* Note de M. **A. Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Nous avons publié au mois de juillet ([2]) dernier, dans les *Comptes rendus* une Note relative à des phénomènes sexuels que nous avions observés chez le *Schizosaccharomyces octosporus* et le *Sch. Pombe.* Schiönning avait déjà signalé le fait chez le *Sch. octosporus*, mais sans étudier le rôle du noyau et sans interpréter le phénomène.

» Nous avons décrit chez ces deux levures une fusion de deux cellules sœurs qui s'unissent pour former l'asque, et nous avons considéré ce phénomène comme un cas typique de *conjugaison par isogamie.* — Le phénomène s'accomplit chez ces deux levures de la manière suivante : deux cellules provenant d'une même bipartition restent accolées l'une à l'autre pendant un certain temps, sans se séparer; puis elles produisent chacune à l'une de leurs extrémités un petit prolongement. Les deux prolongements ainsi formés se rapprochent l'un de l'autre et se soudent, la cloison séparatrice se dissout, et l'unique cellule provenant de cette conjugaison prend une forme plus ou moins ovale qui devient la cellule mère de l'asque. Il reste souvent dans la forme extérieure de l'asque des traces de l'individualité de deux cellules, surtout dans le *Sch. Pombe.*

» Ces phénomènes s'accompagnent toujours d'*une fusion nucléaire :* le noyau de chacune des gamètes s'introduit dans le canal de communication qui réunit les deux cellules et il se produit au milieu de ce canal une fusion de deux noyaux. Le noyau ainsi copulé ne tarde pas à se diviser pour se distribuer dans chacune des spores. C'est au moins là en quoi consiste le phénomène, d'une manière générale, mais il peut se produire un certain

---

([1]) Les plantes, au nombre de 250 environ, qui ont servi à cette Étude proviennent du Jardin botanique et des serres de la ville de Rouen.

([2]) Guilliermond, *Recherches histologiques sur la sporulation des Schizosaccharomycètes* (*Comptes rendus*, 22 juillet 1901).

nombre d'anomalies. Souvent l'une des gamètes, avant de s'unir à sa congénère, se cloisonne, et les deux gamètes cessent alors d'être sœurs.

» D'autre part il peut exister des cas où la fusion n'a pas lieu : rarement une cellule isolée est capable de donner naissance à une asque, mais plus fréquemment on voit deux gamètes sur le point de s'unir former chacune une asque, sans que la paroi séparatrice se dissolve. Dans les races sporogènes, manifestant une tendance à se transformer en races asporogènes, nous avons rencontré des essais de conjugaison n'aboutissant pas et donnant naissance à des formes bizarres.

» Hansen a observé chez les *S. Ludwigii*, qui à certains égards présentent quelques rapports avec les Schizosaccharomycètes, une fusion s'effectuant entre deux spores au moment de la germination. Bien que ces phénomènes ne paraissent pas avoir *a priori* les caractères de sexualité, nous avons cherché à vérifier ces observations et à nous renseigner sur le rôle du noyau en pareil cas. Malheureusement, depuis six mois que nous étudions la germination de *S. Ludwigii*, nous n'avons jamais pu constater de fusion entre les spores. Ce phénomène ne paraît donc pas avoir la généralité que lui attribue Hansen, à moins que nous n'ayons eu affaire à une variété de cette levure ayant perdu cette curieuse particularité.

» A peu près à la même époque que paraissait notre étude, M. Barker [1] communiquait à la Société royale de Londres une Note très importante relative à des phénomènes d'isogamie constatés dans une levure à multiplication bourgeonnante, découverte par cet auteur dans la fermentation du gingembre commercial.

» Les descriptions de M. Barker ressemblent d'une manière surprenante à celles que nous avons faites au sujet des Schizosaccharomycètes, mais l'auteur ne possédant pas de données suffisamment précises sur le noyau des levures, n'a pas osé se prononcer définitivement sur la fusion nucléaire, bien qu'il attribue à ce phénomène une signification sexuelle.

» Ces observations, sur les détails desquels nous insisterons dans un Mémoire que nous publierons prochainement, présentent un très haut intérêt au moment où la question de la sexualité des Ascomycètes reste encore très confuse; si elles n'apportent que des faits rares dans le groupe des levures, elles n'en sont pas moins instructives et nous renseignent sur la valeur de l'asque que l'on doit considérer comme une forme supérieure

---

[1] BARKER, *A conjugating « Veast »* (*Proceeding of the Royal Society*, 9 Juli 1901).

de ces champignons qui paraissent devoir être définitivement maintenus parmi les Ascomycètes [1]. Ainsi sembleraient closes les longues controverses débattues entre Brefeld et certains botanistes, et réveillées dans ces dernières années par des observations de Jörgensen, sur l'origine des levures. »

GÉOLOGIE. — *Preuve de l'existence du Trias en Grèce. Position stratigraphique du calcaire du Cheli.* Note de MM. **L. Cayeux** et **Ed. Ardaillon**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« En 1896, M. de Loisy, élève de l'Ecole des Mines, recueillit un fragment d'Ammonite sur « la pente de l'Acropole de Mycènes », à la surface du sol. M. Douvillé, professeur à l'Ecole des Mines, reconnut, dans cette Ammonite, une forme triasique [2] et M. Ch. Diener de Vienne la rapporta au genre *Joannites* qui est, suivant son expression, « extrêmement caractéristique de la série tyrolienne du Trias supérieur ».

» Cet unique morceau de fossile a permis de supposer la présence du Trias en Grèce. Toutefois, le gisement de l'échantillon restait à déterminer, et sa détermination était nécessaire pour que la découverte de l'Ammonite acquît toute sa valeur. La mission scientifique dont M. le Ministre de l'Instruction publique nous a chargés en Orient nous a permis de résoudre cette question.

» On peut faire trois hypothèses sur l'origine de cette Ammonite; son gisement est, soit le conglomérat pliocène du Péloponèse, soit le calcaire du Cheli, classé comme tithonique, avec quelque doute, par M. Philippson, soit enfin les déblais qui résultent des multiples explorations de l'Acropole.

» On trouve, en de nombreux points du Péloponèse et principalement dans le Nord, une formation importante de poudingues, rapportés au Pliocène par M. Philippson. Ces poudingues, formés aux dépens de tous les terrains de la presqu'île, existant à Mycènes même, il est rationnel de supposer que l'Ammonite a été trouvée dans ce dépôt et que son premier gisement a été détruit. Cette hypothèse doit être écartée. Le morceau d'Ammonite est caractérisé par une forme nettement anguleuse; il rappelle les éclats de calcaire éboulé sur les pentes, ainsi que l'a noté M. Douvillé,

---

(1) Guilliermond, *Recherches histologiques sur la sporulation des levures* (*Comptes rendus*, 13 mai 1901).

(2) Douvillé, *Sur une Ammonite triasique recueillie en Grèce* (in *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXIV, 1896; p. 799).

tandis que les éléments du conglomérat sont tous usés et parfaitement arrondis. L'Ammonite en question n'a jamais fait partie du poudingue de Mycènes.

» Nous dirons plus loin ce que nous pensons de la seconde hypothèse. La troisième seule paraît satisfaisante *a priori*. En effet, tous les matériaux qui ont servi soit à construire l'Acropole, soit à sculpter les objets d'art de Mycènes, n'ont pas été tirés de Mycènes ou de ses environs immédiats. Il y a eu certainement importation de pierres étrangères à la région; d'où la possibilité que l'Ammonite ne soit pas originaire de Mycènes et qu'elle ait été recueillie sur la pente des déblais.

» Nos recherches faites en Argolide, et plus spécialement aux environs de Nauplie, en vue de déterminer le gisement de ce fossile, n'ont pas eu de succès; mais nous avons prélevé de nombreux échantillons de roches sédimentaires de tous les terrains, dans l'espoir que le microscope nous permettrait de résoudre la question.

» Une préparation faite par M. Douvillé, en 1896, dans l'échantillon de l'Ammonite montre de nombreuses sections de *Cypridines* dans les points non spathisés de la roche. Certains spécimens de calcaire du Cheli que nous avons recueillis à Hagios Vassilios, au gisement même qui a fourni une *Ellipsactinia* à M. Philippson, donnent des sections très riches en valves isolées ou en coquilles complètes de *Cypridines*. La composition organique des deux calcaires est identique. L'identité se poursuit dans la couleur, dans le grain et même dans le poli qn'ils sont susceptibles de prendre. Il importe de remarquer que cette composition organique est extrêmement spéciale, et qu'on ne la retrouve dans aucun des nombreux calcaires de l'Argolide que nous avons soumis à l'étude micrographique.

» L'origine de l'Ammonite, indiquée par M. de Loisy, se trouve à la fois expliquée et vérifiée. Ce fossile a dû être recueilli sur les pentes de l'Acropole ainsi que l'a déclaré M. de Loisy. Le grand massif du Cheli s'élève en face de Mycènes, et la colline de l'Acropole n'en est qu'une dépendance. Le fragment d'Ammonite n'est autre chose qu'un éclat du calcaire du Cheli, éboulé sur une pente constituée par ce même calcaire.

» La conclusion que ce calcaire du Cheli est le gisement de l'Ammonite paraît s'imposer sans réserve.

» Nous avons trouvé également des coquilles de *Cypridines* dans des échantillons de calcaire avec *Ellipsactinia* de Hagios Vassilios. Les *Ellipsactinia* doivent avoir une distribution dans le temps beaucoup plus étendue qu'on ne l'avait admis jusqu'ici.

» De cette étude, il résulte :

» 1° Qu'il existe bien du Trias en Grèce, comme l'a supposé M. Douvillé; que le grand massif calcaire du Cheli, en Argolide, appartient en partie, sinon en totalité, au Trias supérieur et non au Tithonique;

» 2° Qu'il faut renoncer à faire figurer le calcaire du Cheli parmi les preuves de la transgressivité de Jurassique supérieur dans les régions méditerranéennes;

» 3° Que l'étude micrographique des roches sédimentaires peut fournir la solution d'importants problèmes d'ordre purement stratigraphique. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur le synclinal d'Amélie-les-Bains.* Note de MM. **Léon Bertrand** et **O. Mengel**, présentée par M. Michel Lévy.

« Nous avons entrepris récemment l'étude du bassin synclinal de terrains secondaires et nummulitiques situé à l'est d'Amélie-les-Bains (Pyrénées-Orientales) et, bien qu'il reste beaucoup de points de détail à élucider, nous pouvons dès maintenant donner quelques indications sur l'allure tectonique des couches qui modifient notablement les données qu'ont fournies sur ce synclinal les études de M. Roussel (*Bull. Carte géologique de France*, t. VII, n° 52, p. 12).

» Le bassin en question n'est pas un simple synclinal ; en réalité, il est complexe et divisé par plusieurs anticlinaux très visibles dans la région comprise entre Amélie, Montbolo et Palalda. En montant d'Amélie à Montbolo, on observe, en effet, en outre de la bande triasique formant la bordure nord-ouest du synclinal et reposant en discordance sur les schistes primaires, deux autres bandes de Trias jalonnant les anticlinaux. La première de ces bandes intercalées est très importante et se montre jalonnée par plusieurs grandes exploitations de gypses situées sur la colline qui monte d'Amélie à Montbolo. Ces gypses sont accompagnés par les argiles bariolées caractéristiques du Trias et recouverts par les calcaires rubanés du Lias inférieur; ils ne peuvent donc être rapportés au Cénomanien. Ces divers anticlinaux présentent la particularité intéressante d'être là *renversés vers le sud-ouest et empilés l'un au-dessus de l'autre* en une série isoclinale de couches plongeant au nord-est. Vers l'extrémité du bassin, dans les vignes situées au-dessous de Montbolo à l'ouest du village, les calcaires liasiques et les dolomies jurassiques qui jalonnaient les synclinaux intermédiaires disparaissent et les axes triasiques viennent se réunir en un affleurement important de Trias, qui présente là un développement très exagéré de ces replis successifs.

» La prolongation de ces bandes triasiques vers l'est se fait d'une façon intéressante; la première, celle qui repose directement sur le Primaire et forme la bordure du bassin secondaire, traverse le Tech à Amélie en se dirigeant au sud-est, comme l'a indiqué M. Roussel. Mais la suivante, celle des

carrières de gypse, se prolonge directement vers l'est, en passant au sud de la Paladda, où existe une autre exploitation au bord du Tech. Le synclinal intermédiaire, qui est absolument écrasé et renversé dans la région à l'ouest du Tech, où il s'y rencontre à peine un lambeau de calcaire urgo-aptien, s'ouvre au contraire largement à l'est de la vallée entre ces deux bandes triasiques divergentes; c'est dans ce synclinal très étalé que se rencontrent les couches crétacées supérieures (grès cénomaniens, calcaires à hippurites, etc.) et nummulitiques.

» Au contraire, la partie du bassin située au nord de l'anticlinal précédent et qui forme la plus grande partie de l'affleurement de terrains secondaires au nord-ouest du Tech s'étrangle très fortement et disparaît presque complètement à l'est de la vallée. Sur le chemin montant de Las Amas à Reynès, on rencontre en effet, au nord du grand synclinal précédent, un seul axe anticlinal triasique qui est vraisemblement la prolongation de celui que nous venons de jalonner plus à l'ouest, et ce Trias n'est séparé du substratum primaire du bord nord du bassin que par une faible épaisseur de calcaires liasiques représentant à eux seuls la prolongation de toute la partie du bassin comprise plus à l'ouest entre sa bordure nord et Montbolo. On voit donc le rôle important que joue le grand anticlinal ouest-est qui coupe en écharpe le bassin secondaire étudié, et l'on peut constater qu'au point de vue tectonique la partie très étroite de ce bassin, qui se prolonge à l'est vers Reynès et Céret, est seulement la prolongation du premier synclinal secondaire rencontré au sud de cet anticlinal.

» Il existe un autre fait important à signaler : *sur le bord sud du bassin*, on observe bien, comme l'a indiqué M. Roussel, une disparition graduelle des divers termes de la série secondaire, depuis le Trias jusqu'au Crétacé supérieur, quand on se dirige d'Amélie-les-Bains vers Reynès. Mais nous ne pouvons admettre qu'il s'agisse d'une régression graduelle des couches; les schistes cristallins surplombent nettement les terrains secondaires et ceux-ci sont assez fortement renversés vers le Nord avant leur disparition, qui doit résulter *d'un étirement par renversement du substratum de terrains primaires sur le bassin secondaire, c'est-à-dire vers le Nord*.

» D'autre part, M. Roussel admet qu'entre Reynès et Céret il n'y a que le Cénomanien et le Danien et il attribue au premier de ces étages les gypses exploités en divers points jusqu'à Céret; cette attribution ne nous semble pas plus justifiée que pour les gypses de Paladda et nous pensons que ces gypses, qui reposent directement sur les schistes primaires, sont aussi triasiques. »

GÉOLOGIE. — *Le décrochement quartzeux d'Évaux et Saint-Maurice (Creuse).* Note de M. L. DE LAUNAY, présentée par M. Michel Lévy.

« Le filon de quartz de Saint-Maurice et d'Évaux constitue un des plus beaux *décrochements* qu'on puisse observer dans le Plateau Central et même en Europe. Il mérite d'être connu à l'égal des grands filons-failles du Beaujolais étudiés par M. Michel Lévy (¹), ou de ces *gigantesques traînées de quartz*, dont M. Suess a montré l'importance en Bohême et qu'il considère comme *les plus grandes dislocations linéaires connues sur notre continent*. Car, si le Grand Pfahl a 150^{km} de long et les deux autres dykes quartzeux de la même région respectivement 55^{km} et 40^{km}, celui de Saint-Maurice (en admettant sa continuité malgré le rejet qui le fait disparaître un moment vers Chambon) a, de Soumans au nord jusqu'à Tralaigues au sud, près de 56^{km}. Si on laisse de côté le tronçon rejeté du nord, sa portion presque continue du sud en a encore 41. Quant à ses dimensions en largeur, elles sont comparables à celles du Pfahl, souvent 25^m à 30^m, peut-être même plus par endroits.

» Ce filon présente, d'ailleurs, un intérêt tectonique remarquable, par la façon dont il se coude à angle droit pour épouser la direction du grand sillon houiller transversal du Plateau Central, à l'origine duquel il apporte par suite quelque éclaircissement. De ce côté ouest du sillon houiller, comme du côté est dans les terrains cristallophylliens, on trouve ainsi l'indice d'un mouvement de refoulement, qui a dû se produire, du nord vers le sud, le long de cette grande ligne de fracture et qui peut expliquer l'inflexion si marquée à sa rencontre de la zone dinantienne.

» Le décrochement quartzeux en question est, si nous le suivons du sud au nord, manifesté d'abord par des veines assez minces dans le gneiss (dont il sépare deux variétés), puis dans le granite, de Tralaigues vers Biollet. C'est là qu'il s'incurve et commence à prendre une importance notable. Entre Roche-d'Agoux et Saint-Maurice, il forme une grande muraille de quartz en saillie, aux apparences de mur cyclopéen, sur 2^{km} de long et 30^m

---

(¹) Feuilles au $\frac{1}{80000}$ de Bourg, Mâcon et Charolles. Ces filons N.-O. (Ardillats, etc.) ont été suivis par des failles, qui intéressent au moins jusqu'au bajocien. Ils sont parfois plombifères. Un décrochement analogue et du même âge prend en écharpe tout le Morvan.

à 40^{m} de large. Puis il suit une faille au contact du dinantien et du granite et paraît s'incurver, se disloquer par tronçons le long de ce contact sinueux, Une série de dykes quartzeux, éparpillés dans le carbonifère, marquent son passage probable pendant un certain intervalle; mais bientôt, vers Château-sur-Cher, on le voit reparaître en un large dyke, qui renferme là, sur des épaisseurs de plusieurs mètres, de la barytine et de la fluorine. Au bout de $3^{km},5$, le filon disparaît encore un moment pour reparaître vers Évaux, avec remplissage de quartz, de barytine et pyrite accessoire.

» Ce filon d'Évaux offre un intérêt spécial; car c'est à son contact ouest, au point où il traverse un petit vallon, que sort une source thermale abondante à 47°. Visiblement, on a là une réapparition d'eaux souterraines, infiltrées dans le sol sur tout le plateau sud-est et remontées de la profondeur le long de ce dyke quartzeux qui a dû leur opposer, vers le nord-est, un barrage étanche.

» Après la source, le filon est coupé par le prolongement de la faille, qui limite au nord le terrain dinantien de Chambon et rejeté d'une douzaine de kilomètres à l'ouest. Il reparaît au sud d'Auge, se dresse de nouveau en une crête saillante entre Bordessoule et la Garde et disparaît enfin définitivement, avant d'arriver à une faille qui limite au nord les roches granitiques et interrompt, en même temps, tous les filons quartzeux de la région.

» D'une façon générale, le remplissage quartzeux a été plusieurs fois disloqué et ressoudé par de la silice pendant sa formation. On y observe, soit des fragments d'un premier dépôt quartzeux, soit des débris des parois, granite ou gneiss, englobés par ce quartz. Souvent aussi, le quartz présente des rubanements parallèles, soit rouges et blancs, soit jaunes et blancs, avec géode au centre. En moyenne, le quartz est blanc mat tendant au pétrosilex, ou blanc laiteux, parfois à grain saccharoïde. très différent des quartz stannifères. Nous avons vu qu'il renfermait un peu de pyrite et souvent une grande abondance de barytine ou de fluorine, peut-être dans des réouvertures.

» En dehors de la source thermale d'Évaux signalée plus haut, la circulation abondante des eaux souterraines à son contact est manifestée par une source pérenne, dite *font bouillant*, près Saint-Maurice, et par une décomposition très étendue des roches à son voisinage, ces roches ayant perdu leurs éléments solubles pour laisser un résidu argileux, visible souvent sur plusieurs centaines de mètres le long du quartz.

» L'altitude à laquelle affleure le filon varie de la cote 747 à la cote 389.

» L'âge de cet accident, certainement post-dinantien puisqu'il intéresse la base du carbonifère, semble, d'autre part, antérieur au stéphanien, c'est-à-dire plus ancien que celui des filons du Beaujolais; aucun des très nombreux filons de quartz connexes, qui recoupent le dinantien de la région, ne traverse en effet le stéphanien, et, d'autre part, les terrains de ce dernier étage se sont déposés dans des lacs, dont le fond et les parois latérales accusent souvent une silicification intense. Diverses autres considérations amènent à rattacher ce filon quartzeux à l'ensemble des phénomènes très importants, qui ont marqué, dans la région considérée, l'intervalle entre le dinantien et le stéphanien : érection d'une haute chaîne de plissement, creusement de lacs alpestres, ouverture de fractures et éruptions volcaniques, dont nous nous proposons de résumer ultérieurement les caractères. Le remplissage quartzeux considéré ne serait qu'un des termes de ces phénomènes, marqués d'autre part par des épanchements de roches éruptives (microgranulites, porphyres pétrosiliceux, etc.), et ici par les considérables circulations hydrothermales, dont le dépôt d'une telle quantité de silice est l'indice. »

GÉOLOGIE. — *Sur un nouveau gisement de terrain miocène à l'intérieur de la Corse.* Note de M. E. **Maury**, présentée par M. Michel Lévy.

« Jusqu'à présent le terrain miocène observé en Corse ne s'était montré que sur les bords de la mer, à Aleria, Saint-Florent et Bonifacio; aucune autre formation du même système n'avait encore été rencontrée à l'intérieur de l'île.

» Les recherches que j'ai eu l'occasion de faire récemment pour le service de la Carte géologique dans la région de Bastia m'ont permis de découvrir, aux environs de Ponteleccia, une formation marine appartenant au miocène et dont la faune diffère essentiellement de celles qui ont été signalées dans l'île.

» Sur la rive gauche du Golo, le long de la ligne du chemin de fer, au-dessus des alluvions récentes de la rivière, on observe un puissant dépôt détritique composé en majeure partie de poudingues. Ce terrain constitue de petites collines arrondies, stériles et qui ne présentent comme végétation que des cistes clairsemés. L'épaisseur totale de l'assise peut être évaluée à une centaine de mètres.

» On rencontre à la base une brèche à éléments peu usés et d'assez grosses dimensions parmi lesquels on peut reconnaître des débris appartenant aux roches éruptives de la région, aux schistes métamorphiques anciens et aux roches du trias et de l'in-

fralias. Les mêmes roches se retrouvent à l'état de galets de grandes dimensions dans les bancs de poudingues surmontant la brèche.

» Ces poudingues offrent, à la base, des intercalations de marnes sableuses ou gréseuses, micacées, de couleur grise ou jaunâtre, contenant encore de petits éléments roulés. C'est au sein de ces marnes que l'on rencontre des Mollusques marins paraissant appartenir à la partie supérieure de l'étage helvétien.

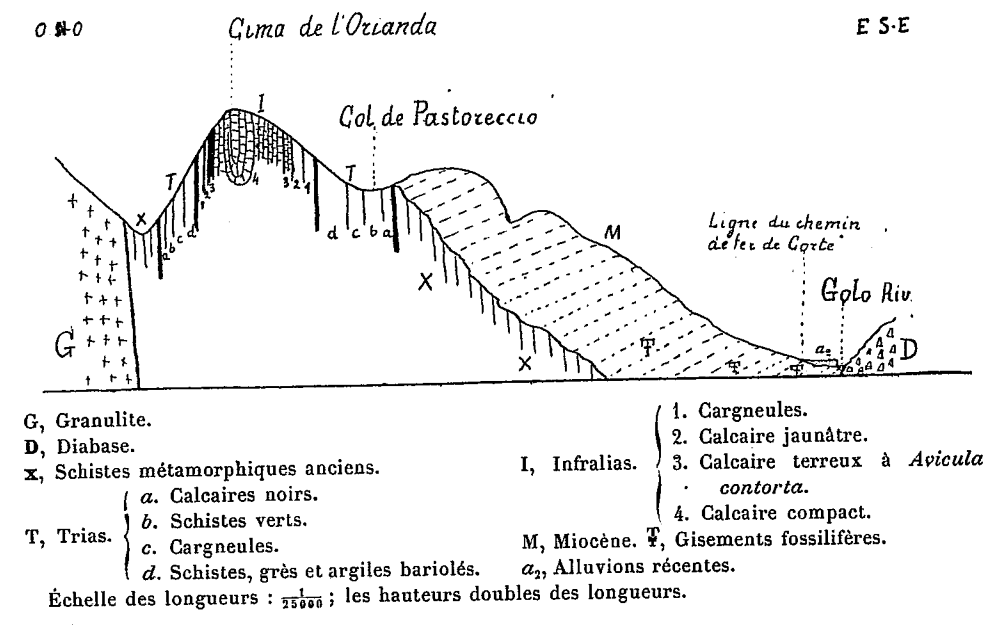
» Les fossiles se trouvent à trois niveaux principaux. Le gisement le plus fossilifère est situé vers la partie inférieure. Il contient de nombreux Gastropodes et Acéphales représentés par les genres *Cerithium, Nassa, Pleurotoma, Natica, Terebra, Murex, Arca, Cardium, Pecten,* etc. Parmi les fossiles les mieux conservés, nous avons reconnu : *Nassa borelliana* Bellardi, *Terebra subtessellatum* d'Orbigny.

» Le niveau moyen contient des débris d'Huîtres et, le niveau supérieur, des Pectens, dont l'un rappelle le *Pecten Gray* Michelotti et se rapproche beaucoup du *Pecten Jacobæus* Linné.

» La formation que nous venons de signaler n'avait pas été reconnue par M. Hollande, qui avait cru devoir l'attribuer aux alluvions supérieures du Golo.

» M. Nentien n'a figuré dans cette région, sur sa Carte géologique de la Corse, que des dépôts d'âge triasique.

» Comme l'indique la coupe ci-dessous, le miocène de Ponteleccia, dont les affleurements ont une direction nord-ouest sud-est, repose en discordance sur les schistes anciens métamorphiques **x**. L'inclinaison de ces bancs est d'environ 30°, tandis que les terrains sous-jacents ont leurs tranches orientées nord-sud et sont presque verticaux.



G, Granulite.
D, Diabase.
x, Schistes métamorphiques anciens.
T, Trias. *a.* Calcaires noirs. *b.* Schistes verts. *c.* Cargneules. *d.* Schistes, grès et argiles bariolés.
I, Infralias. 1. Cargneules. 2. Calcaire jaunâtre. 3. Calcaire terreux à *Avicula contorta*. 4. Calcaire compact.
M, Miocène. ⚲, Gisements fossilifères.
a_2, Alluvions récentes.
Échelle des longueurs : $\frac{1}{25000}$; les hauteurs doubles des longueurs.

» Le terrain que nous décrivons a dû se déposer au fond d'un golfe

enserré dans des montagnes très élevées, dont les plissements sont bien antérieurs à la formation miocène. La dépression où il se trouve devait recevoir des apports torrentiels descendant des montagnes avoisinantes et elle ne pouvait communiquer avec la mer que dans la direction du nord-ouest, par le col de Pietralba. La pénétration n'aurait pu s'effectuer, en effet, du côté de l'est que par l'étroit défilé du Golo, si toutefois cette vallée existait déjà à l'époque miocène.

» La découverte de ce nouveau gisement tertiaire vient donc jeter un jour nouveau sur la répartition des eaux marines en Corse à l'époque miocène. L'étude approfondie de sa faune nous permettra de fixer plus exactement les rapports que peut présenter cette formation avec les dépôts du même âge qui existent dans l'Italie septentrionale et aussi avec les terrains miocènes connus depuis longtemps sur la côte orientale de la Corse. »

HYDROLOGIE. — *Sur de nouvelles constatations relatives à la contamination des résurgences (sources vauclusiennes) des terrains calcaires en France.* Note de M. **Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dès 1891, j'ai révélé (*Comptes rendus*, 21 mars 1892) les graves risques de pollution, complètement ignorés jusque-là, que le jet des bêtes mortes, etc. dans les *abîmes* des régions calcaires fait courir aux sources dites *vauclusiennes*, pour lesquelles j'ai proposé le terme de *résurgences*.

» Je n'ai cessé d'accumuler ici même (*Comptes rendus*, 13 janvier 1894, 16 novembre 1896, 24 mai 1897, 29 novembre 1897, 24 octobre 1898) et dans mes divers Ouvrages, les preuves à l'appui de cette constatation, et de les étendre non seulement aux rivières qui s'engloutissent dans des cavernes après *un long trajet à ciel ouvert* (comme l'avait déjà remarqué M. Édouard Dupont pour Han-sur-Lesse, en Belgique, *Bulletin de la Soc. belge de Géologie*, 29 juillet 1890), mais encore à toutes les fissures, qui absorbent les ruissellements pluviaux dans le crible des calcaires et même des craies, pour les drainer vers les résurgences, à travers le complexe réseau des joints et diaclases, dont le pouvoir filtrant et épurateur doit être, en principe, considéré désormais comme très faible, sinon absolument nul.

» Les pouvoirs publics se sont émus de ces faits dénoncés : à la suite de deux débats parlementaires (Sénat, 18 novembre 1898; Chambre des députés, 30 janvier 1899), on nomma, le 10 avril 1899, une Commission

chargée d'assurer la protection des sources, et spécialement des sources dites *vauclusiennes*.

» Les travaux de cette Commission aboutirent : 1° à la circulaire ministérielle du 10 décembre 1900, qui soumet tout projet de captage et d'adduction d'eau au triple examen d'un géologue, d'un chimiste et d'un bactériologiste; 2° à l'introduction d'un article spécial dans la loi sur l'hygiène publique, qui n'attend plus qu'un dernier vote.

» Enfin, les récentes Notes (*Comptes rendus*, 19 août et 2 décembre 1901) relatives à la correspondance entre les pertes du Doubs, à Arçon, et la résurgence de la Loue, lors de l'incendie de la fabrique d'absinthe Pernod, à Pontarlier, ont donné une définitive sanction à mes idées « sur le danger » permanent de pollutions malsaines, auquel se trouvent exposées la plu- » part des sources des terrains calcaires, par suite de la fissuration de ces » terrains » [*Contamination de la source de Sauve* (*Comptes rendus*, 29 novembre 1897)].

» Mais les mesures déjà prises ou prévues devront être complétées, pour corriger ou supprimer rétroactivement des états de choses qui, dans une quantité de localités, constituent présentement un risque *établi* de pollution plus ou moins assurée.

» J'en citerai quelques exemples, parmi ceux que j'ai recueillis au cours de mes trois dernières années de recherches souterraines (12e à 14e campagne, 1899 à 1901) :

» Dans le *Jura*, et sous la conduite de M. Fournier (mai 1899 et juillet 1901), j'ai formellement constaté que les grandes résurgences de la *Loue*, du *Lison*, du *Dessoubre*, de la *Brème*, etc., ne sont que les réapparitions de ruisseaux perdus ou d'eaux infiltrées en amont, parmi les fissures des plateaux ou les *emposieux* des bassins fermés.

» Dans le *Vercors* (Drôme, juillet 1899), le ruisseau qui sort de la grotte du *Brudoux* a été capté pour alimenter la maison forestière de *Lente;* or le Brudoux souterrain tire son origine des infiltrations qu'absorbent les *pots* et les *scialets* du plateau de *Fondurle*, où de nombreux troupeaux répandent leurs fumiers pendant la saison du pacage.

» Non loin de là, à Vassieux, le scialet de la *Cèpe* renferme, à 65^m sous terre, un vaste bassin d'eau, encombré par les carcasses d'animaux que le propriétaire y laisse jeter moyennant rétribution; il est probable que, à 3^{km} seulement au sud-est, la source de la Vernaison est en relation plus ou moins directe avec le *jus de cadavres* de ce bassin.

» Dans quatorze abîmes explorés des plateaux de Vaucluse (août-septembre 1899), des monceaux d'ossements sont délavés par les pluies infiltrées, que colligent les canaux encore ignorés de la fontaine de *Vaucluse*.

» La ville du Vigan (Gard) est alimentée par la fontaine d'*Isis,* réapparition du ruisseau de *Coudoulous,* dont le cours est souillé en amont par les villages de la vallée d'Arphy et d'Aulas.

» Le 11 septembre 1900, les puissants ruisseaux qui sortent du pied du Causse Méjean à Saint-Chély-du-Tarn (Lozère), dans la gorge du Tarn, déversaient une eau absolument jaune et limoneuse, à la suite des exceptionnels orages du 2 septembre précédent; le même fait s'étant produit à Vaucluse en janvier 1895, il en résulte que plusieurs centaines de mètres d'épaisseur de plateau calcaire ne suffisent pas à purifier toujours les infiltrations salies.

» Dans la Dordogne, un grand nombre de soi-disant *sources* ne sont que des réapparitions d'absorptions partielles, de *captures,* opérées en amont, comme les *Bouillidons-des-Fonts* sur la *Côle,* à la Chapelle-Faucher, ou même d'une vallée à l'autre, comme au *Gour-saint-Vincent.* Par les crevasses du calcaire, les contaminations d'amont sont copieusement véhiculées vers ces résurgences.

» En Charente, j'ai relevé (octobre 1901) trois faits déplorables :

» 1° Un cimetière tout neuf vient d'être établi à 400^m au nord de la magnifique sortie de la *Touvre,* en plein calcaire jurassique.

» 2° A Chef-Boutonne (Deux-Sèvres) également, deux cimetières ont été créés, postérieurement à 1850, à quelques hectomètres en amont et à quelques mètres au-dessus du niveau de la résurgence de la *Boutonne,* qui draine souterrainement tout un plateau de jurassique callovien et bathonien.

» 3° A Ruffec, la source (?) du *Lien* ramène au jour les eaux de la Péruse, perdue à 5^{km} au nord-ouest ; ses eaux, comme à Sauve, passent sous le plateau callovien-bathonien, épais de 20^m seulement, qui porte la ville; il est vrai, d'après une obligeante communication de M. G. Chauvet, que le *Lien* n'est plus utilisé que par le chemin de fer.

» A Niort (Deux-Sèvres), la grande source du jardin des plantes est captée et élevée dans toute la ville ; elle sort d'une falaise jurassique, haute de 30^m seulement, sur laquelle, *immédiatement au-dessus de la fontaine,* est construit l'immense quartier de cavalerie Duguesclin. Dans quelles conditions le sous-sol est-il protégé contre les infiltrations diverses de cette caserne ?

» Dans la Marne, la source (?) de Vertus, qui jaillit du pied de la falaise crétacée, est, depuis des siècles, captée sous le chevet même de l'église, en contre-bas d'une partie de la ville.

» A Soulaines (Aube), une puissante résurgence se trouble, après toutes les pluies, en aval de grandes cultures et du petit gouffre de la *Fosse-Cormont.*

» Je pourrais allonger cette nomenclature, qui se passe de commentaires, et qui montre suffisamment ce qu'il reste à faire en France pour diminuer la fréquence et les ravages des épidémies causées par les eaux. »

AÉROSTATION. — *Sur un projet de traversée du Sahara par ballon non monté.* Note de M. **Deburaux**, présentée par M. Marey [1].

« Avant de tenter la traversée du Sahara au moyen d'un aérostat monté par quatre ou cinq aéronautes, et par conséquent de gros volume, expérience qui coûterait environ 300000^fr^, les promoteurs de l'entreprise vont essayer de faire exécuter cette même traversée à un ballon *non monté*, expérience qui coûtera de 15000^{fr} à 20000^{fr} seulement.

» Cet aérostat non monté est muni d'un équilibreur et de délesteurs automatiques, remplaçant terme à terme l'aéronaute absent de son bord. L'équilibreur est le guide-rope lourd rigide en acier (de 500^{kg} pour un ballon de 3000^{mc}); le délesteur automatique est une caisse à eau contenant 2400^{kg} de lest-eau, munie d'un appareil extrêmement simple et robuste, qui, si l'aérostat s'approche à moins de 50^{m} du sol, jette automatiquement 70^{kg} de lest en une demi-minute.

» L'aérostat est muni d'un ballonnet à air automatique.

» Il résulte des expériences préalables faites en France (6 ascensions en ballons libres, dont 3 d'une durée de plus de 24 heures) que le système équilibreur réduit à peu près les pertes de force ascensionnelle aux fuites de gaz à travers l'enveloppe du ballon. En supposant les conditions les plus défavorables, le ballon demeurera donc au moins 12 jours en l'air.

» Il résulte des rapports des explorateurs du Sahara, tous unanimes sur ce point, que les vents alizés, vents du nord-nord-est, soufflent avec une absolue constance d'octobre à avril chaque année au-dessus du Sahara central, avec beau temps fixe. Ils entraîneront l'aérostat guide-ropant à la vitesse moyenne de 20^{km} à l'heure. L'aérostat franchira donc 480^{km} par 24 heures. La distance de Gabès au Niger étant de 2300^{km}, il traversera le Sahara français en 5 jours.

» S'il naufrage en route, il aura en tout cas été vu par les nomades du désert : son passage constituant pour eux un phénomène extraordinaire,

---

(1) Dans six études antérieures, M. Deburaux a exposé ses théories et expériences de navigation aérienne au long-cours, par la méthode du guide-rope lourd qui pourrait permettre à un aérostat de traverser le Sahara de Tunisie au Niger en se laissant entraîner par les vents alizés. M. de Castillon de Saint-Victor veut mettre à exécution ce projet.

ils en colporteront la nouvelle, ce qui permettra de se faire tout au moins une idée du parcours effectué par cet aérostat et peut-être de retrouver son épave et les appareils enregistreurs dont il aura été pourvu au départ. »

M. **Fr. Meurisse** adresse une Note relative à un nouveau manipulateur pour le télégraphe Morse.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. **A. Girard** adresse un complément à son précédent Mémoire (10 août 1901), sur un nouveau moyen d'élévation dans l'air.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 9 décembre 1901.)

Note de M. *Deslandres,* Méthode permettant de déterminer la vitesse propre des ballons dirigeables :

Page 994, ligne 10, *on lit :* La vitesse du vent ainsi calculée est en accord avec la hauteur de 120^m atteinte par le ballon. *Au lieu de* 120^m, *lisez* 220^m.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 DÉCEMBRE 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour 1902, lequel doit être pris, cette année, dans l'une des Sections de Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Albert Gaudry obtient.	56 suffrages,
M. Schlœsing »	2 »

M. Albert Gaudry, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1902.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1902.

MM. **Bornet** et **Maurice Levy** réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Sur la double fécondation chez les Solanées et les Gentianées*, par M. L. **Guignard**.

« Les observations publiées jusqu'à ce jour sur le phénomène de la double fécondation ont porté presque exclusivement sur les Monocotylédones et les Dicotylédones Dialypétales; seule, en effet, parmi les Gamopétales, la famille des Composées a été étudiée à ce point de vue. Si les recherches que j'ai communiquées pour la plupart à l'Académie, depuis la découverte de ce phénomène, étaient déjà assez variées pour permettre de conclure à son existence générale dans toute la série des Angiospermes, il n'en était pas moins intéressant d'en étendre l'étude et d'examiner surtout les Gamopétales, afin de connaître les caractères particuliers et les modifications qu'il peut offrir.

» Cette Note a pour but d'indiquer brièvement les résultats qui m'ont été fournis par les Solanées et les Gentianées.

» Chez les premières, je prendrai de préférence pour exemples le *Nicotiana Tabacum* et le *Datura lævis*, parce que les genres auxquels appartiennent ces espèces présentent, au point de vue de la constitution du sac embryonnaire adulte, des différences assez notables.

» Dans le Tabac, l'ovule, considéré à l'époque de la fécondation, offre sous son tégument unique et relativement épais, comme chez la plupart des Gamopétales, un sac embryonnaire à peu près ellipsoïde, mais dont le sommet s'allonge et se rétrécit en pointe. Par suite de la résorption totale du nucelle, le sac se trouve au contact immédiat du tégument. Au sommet, les cellules de l'appareil sexuel sont piriformes : les deux synergides surtout se rétrécissent dans leur partie supérieure comme le sac lui-même;

l'oosphère, plus grosse et plus longue, présente des caractères bien distincts et son noyau est toujours situé vers le bas.

» Dans la partie inférieure du sac, les antipodes forment de grandes cellules, d'aspect vésiculeux, pauvres en protoplasme; elles s'insèrent à des niveaux variables et parfois s'avancent jusque vers le centre de la cavité du sac embryonnaire. Les deux noyaux polaires, pourvus chacun d'un nucléole, unique dans la plupart des cas, se montrent toujours accolés l'un à l'autre, mais sans se fusionner avant la fécondation. Le plus souvent, ils se trouvent au contact ou au voisinage de l'appareil sexuel.

» Plusieurs jours s'écoulent, d'après mes expériences, entre la pollinisation et la fécondation. Les deux gamètes mâles se forment pendant le trajet du tube pollinique à travers le tissu conducteur du style, dont la longueur atteint près de 4^{cm} dans le *Nicotiana Tabacum*. Ces deux petites cellules sont représentées presque uniquement par leurs noyaux; elles s'allongent plus ou moins dans le tube pollinique en voie de croissance et sont ordinairement précédées par le noyau végétatif.

» Au moment favorable, on peut apercevoir à la surface du placenta un grand nombre de tubes polliniques se dirigeant vers les ovules, dont le micropyle est très rapproché de l'épiderme placentaire. Lorsque le tube est arrivé sur le sommet du sac embryonnaire, occupé par la partie supérieure allongée des synergides, il s'arrête ou parfois s'avance un peu vers l'intérieur en déversant son contenu. Ordinairement, les synergides changent l'une et l'autre d'aspect; leur vacuole disparaît et, dans le protoplasme dense qui les remplit, leurs noyaux propres se désorganisent.

» En même temps, les deux gamètes mâles se portent rapidement l'un vers le noyau de l'oosphère, l'autre vers les noyaux polaires. Rarement on a la chance de les apercevoir à l'état libre, sous la forme de petits corps nucléaires ovoïdes ou allongés, parfois légèrement incurvés. Au contact du noyau de l'oosphère et des noyaux polaires, ils prennent un aspect granuleux en augmentant de grosseur; leur fusion avec les éléments qu'ils fécondent a lieu dans un laps de temps très court. Après ce phénomène, le noyau de l'œuf présente ordinairement plusieurs nucléoles. La fécondation des noyaux polaires s'accompagne également de la fusion de leurs nucléoles respectifs en un nucléole unique plus volumineux; quelquefois, cependant, cette fusion nucléolaire n'a pas lieu et l'on voit le noyau secondaire fécondé entrer quand même en division pour former l'albumen.

» J'ai observé un grand nombre de fois la division du noyau secondaire.

Elle est immédiatement suivie du cloisonnement transversal du sac embryonnaire en deux parties plus ou moins égales, qui se subdivisent ensuite pour former le tissu de l'albumen. L'œuf, au contraire, reste assez longtemps indivis.

» Dans le *Datura lœvis*, comme d'ailleurs dans les espèces voisines (*D. Stramonium*, *D. Tatula*, etc.), l'ovule adulte est plus gros que dans le Tabac. Mais le sac embryonnaire a sensiblement la même dimension et la même forme; toutefois, il est un peu moins rétréci au sommet et un peu plus à la base. Au sommet, les cellules de l'appareil femelle ont la même constitution; mais, à la base, les antipodes restées rudimentaires après leur naissance ne laissent presque plus de trace au moment de la fécondation. En outre, la fusion des noyaux polaires est complète, et le noyau secondaire, toujours très rapproché de l'appareil femelle, n'offre qu'un seul nucléole.

» Au moment où la corolle de la fleur s'épanouit, l'autofécondation a déjà commencé et l'on peut observer un grand nombre de tubes polliniques dans l'intérieur du style, dont la longueur atteint près de 6^{cm}. Le temps qui s'écoule entre la pollinisation et la fécondation est donc moins long que dans le Tabac. Les tubes polliniques sont plus gros et possèdent une membrane plus épaisse et un contenu plus dense que dans le Tabac. Leur trajet est facile à suivre dans le conduit micropylaire et, comme ils ne se vident qu'en partie et que, même après la fécondation, ils conservent leur calibre primitif, les réactifs colorants permettent de les observer, à un certain moment, dans presque tous les ovules d'un même ovaire.

» L'une des synergides ou les deux en même temps changent d'aspect après avoir reçu une partie du contenu du tube pollinique. Les noyaux mâles ne peuvent guère être reconnus qu'après leur sortie du protoplasme dense qui remplit les synergides. Dans ce protoplasme, en effet, on a souvent de la peine à les distinguer des noyaux propres de ces dernières, qui se sont transformés en petites masses chromatiques bientôt homogènes et occupant une place quelconque dans le contenu cellulaire. Au sortir du protoplasme ils se présentent, dans la plupart des cas, sous forme de corps arrondis ou ovoïdes, dans lesquels on aperçoit des granulations chromatiques lorsque la coloration par les réactifs n'est pas trop intense.

» Les phases ultérieures s'accomplissent de la même façon que dans le Tabac. La division du noyau secondaire fécondé est suivie de même de la bipartition transversale du sac embryonnaire. De même encore, l'œuf ne

se divise qu'après la formation d'un certain nombre de cellules d'albumen.

» Il existe donc, entre le *Nicotiana* et le *Datura*, certaines différences, d'ordre secondaire, il est vrai, mais en tout cas plus marquées, par exemple, que dans les divers genres de la famille des Renonculacées, que j'ai étudiés antérieurement, et chez lesquels le contenu du sac embryonnaire, dans l'ovule adulte, offre une constitution beaucoup plus uniforme.

» Chez les Gentianées, les ovules présentent, suivant les espèces, dans le seul genre *Gentiana*, des différences de taille considérables. Celui du *G. ciliata*, que j'ai étudié de préférence, est l'un des plus réduits. L'unique tégument ovulaire ne comprend, en effet, que deux assises de cellules sur les parois du sac embryonnaire. Un peu plus grand que dans le *Datura*, le sac est moins rétréci au sommet. Les cellules de l'appareil sexuel offrent les caractères typiques; le noyau secondaire est complètement formé avant la fécondation et renferme un gros nucléole; la base du sac, élargie, est occupée par des antipodes volumineuses, à noyau très développé et à protoplasme dense et abondant.

» Le tube pollinique, à membrane très délicate, se vide presque entièrement à son arrivée au contact des synergides, qui se comportent comme dans le *Datura*. Les noyaux mâles que j'ai observés se trouvaient déjà au contact du noyau de l'oosphère et du noyau secondaire. Dans un cas, par exemple, celui qui avait pénétré dans l'oosphère était appliqué en forme de croissant sur le noyau de celle-ci; l'autre, déjà plus renflé au contact du noyau secondaire, avait pris une forme ovoïde.

» Ici encore, la formation de l'albumen précède la division de l'œuf; mais cette dernière a lieu plus tôt que chez les Solanées, car on peut la voir se produire alors que les noyaux de l'albumen sont seulement au nombre de huit. Une autre différence, plus intéressante, consiste en ce que la division du noyau secondaire n'est pas suivie, comme chez les Solanées, du cloisonnement du sac embryonnaire; les premiers noyaux d'albumen sont libres dans le protoplasme pariétal, malgré la dimension relativement faible du sac. Toutefois, cette phase est de courte durée et le cloisonnement apparaît d'abord à la périphérie et se continue après les divisions nucléaires ultérieures.

» En somme, la double fécondation s'effectue essentiellement de la même façon, chez les Solanées et les Gentianées, que dans les autres plantes où elle a pu être observée jusqu'à ce jour. En ce qui concerne le mode de formation de l'albumen, il y a lieu de remarquer que, contrairement aux indications fournies à cet égard par certains auteurs, il n'est pas le même dans ces deux familles; en outre, l'apparition précoce ou tardive

du cloisonnement dans le sac embryonnaire n'est pas en relation aussi étroite qu'on l'admet généralement avec la forme et la dimension de cet organe chez les Gamopétales. »

M. O. Callandreau présente à l'Académie un Mémoire qu'il vient de publier, sous le titre : *Aperçu des méthodes pour la détermination des orbites des comètes et des planètes*.

« Les conditions dans lesquelles le problème se présente à nous aujourd'hui ne sont plus tout à fait celles qu'il offrait au temps d'Olbers et de Gauss, ni même il y a une vingtaine d'années. L'introduction des procédés photographiques, qui a rendu plus nombreuses les découvertes de petites planètes, ne permet plus aux astronomes de perdre du temps avec le calcul d'éléments provisoires; d'autre part, les comètes périodiques, dont la proportion s'est beaucoup accrue, appellent une revision des méthodes en usage. Il s'agit surtout d'arriver à obtenir une première orbite que l'on corrige en faisant varier les distances géocentriques. Des Tables numériques assez étendues, dont plusieurs nouvelles, facilitent les calculs. »

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de Sir *Joseph Gilbert*, Correspondant de la Section d'Économie rurale, décédé le 23 décembre 1901.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. Deburaux adresse, pour le concours du prix Houllevigue, un Mémoire relatif à un projet de traversée du Sahara au moyen d'un aérostat non monté. Il demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 12 avril 1901 et inscrit sous le n° 6368.

Le Mémoire et le contenu du pli cacheté sont renvoyés à la Commission du prix Houllevigue.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes informe l'Académie que M. *Édouard Sauvage* est nommé à la chaire de Mécanique appliquée aux Arts, au Conservatoire national des Arts et Métiers.

MM. **Baubigny**, **Émile Borel**, **Guichard**, **Halphen**, **Matruchot** et **Molliard**, **Maupas**, **Ponsot**, **Simon**, **Villatte** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs Travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de factorielles.* Note de M. **Niels Nielsen**, présentée par M. Picard.

« Les séries de factorielles, savoir les séries de la forme

$$(1) \qquad \Omega(x) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{n!\, b_n}{x(x+1)\ldots(x+n)},$$

où les coefficients b_n sont indépendants de x, attendent encore une théorie rigoureuse et développée. En effet, on ne connaît jusqu'ici ni une méthode générale pour développer en série de la forme (1) une fonction donnée, ni les conditions nécessaires et suffisantes qui doivent être remplies par une fonction pour rendre possible le développement susdit.

» Or, une recherche facile de la série $\Omega(x)$ montre immédiatement que la limite de son champ de convergence absolue est une ligne droite perpendiculaire à l'axe des nombres réels. De plus, si tous les termes de $\Omega(x)$ sont finis, la série $\Omega(x')$ est certainement absolument convergente, pourvu que $\mathfrak{R}(x'-x)$ soit plus grand que l'unité. La lettre gothique $\mathfrak{R}$ désigne toujours la partie réelle. Dans son champ de convergence absolue $\Omega(x)$ ne peut pas avoir d'autres points singuliers finis ou infinis que des pôles simples aux points

$$x = 0, \quad -1, \quad -2, \quad -3, \quad \ldots,$$

situés dans le champ susdit.

» Ces propriétés de $\Omega(x)$ connues, il est très facile de voir que la série de puissances

$$(2) \qquad \varphi(1-z) = b_0 + b_1 z + b_2 z^2 + \ldots; \qquad b_n = \frac{(-1)^n}{n!}\varphi^{(n)}(1)$$

a son rayon de convergence égal à *un* au moins. De plus, on aura généralement

$$(3) \qquad \Omega(x) = \int_0^1 \varphi(z) z^{x-1}\, dz,$$

formule qui est valable, pourvu que le scond membre ait un sens. Quant au reste de la série $\Omega(x)$, il se présente sous cette forme

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} &\sum_{s=n+1}^{s=n+p} \frac{s!\, b_s}{x(x+1)\ldots(x+s)} \\ &= \frac{(-1)^n}{x(x+1)\ldots(x+n)} \int_0^1 \varphi^{(n+1)}(z) z^{x+n}\, dz \\ &\quad + \frac{(-1)^{n+p}}{x(x+1)\ldots(x+n+p)} \int_0^1 \varphi^{(n+p+1)}(z) z^{x+n+p}\, dz, \end{aligned}\right.$$

expression qui est valable, pourvu que $\Omega(x)$ soit convergente pour la valeur de x en question.

» La démonstration des formules (3) et (4) peut être établie en multipliant par $(1-z)^{x-1}$ la série (2) et celle obtenue en différentiant n fois par rapport à z; intégrant ensuite de $z=0$ à $z=1$ ces deux séries terme à terme, ce qui est permis parce que $\Omega(x)$ est convergente, on trouve précisément (3) et (4).

» Cela posé, on peut démontrer ce théorème général :

» *Les seules fonctions développables en série de factorielles sont des intégrales définies de la forme* (3), *où* $\varphi(z)$, *la fonction génératrice de la série* $\Omega(x)$, *doit satisfaire aux conditions suivantes :*

» 1° $\varphi(z)$ doit être holomorphe aux environs de $z=1$, et le rayon de convergence de la série de puissances (2) ne doit pas être plus petit que l'unité.

» 2° Le point $z=0$ peut être point singulier de $\varphi(z)$, mais non essentiel; au contraire, $\varphi(z)$ doit avoir des dérivées d'un ordre quelconque. De plus, soit $\varphi^{(p)}(+0)$ la première de ces dérivées qui deviendra infinie; il doit être possible de déterminer un nombre réel λ, n'étant pas égal à $+\infty$, tel que

$$(5)\qquad \lim_{z=+0} \left| \frac{\varphi^{(p)}(z) z^{x+p}}{\Gamma(x+p+1)} \right| = \begin{cases} 0, \\ \infty, \end{cases} \quad \text{selon que } \mathfrak{R}(x) \gtrless \lambda.$$

» 3° Si $\varphi(1-z)$ a des points singuliers outre $z=1$ dans la circonférence de son cercle de convergence, il doit être possible de déterminer aussi un nombre réel λ', n'étant pas égal à $+\infty$, tel que

$$(6)\qquad \lim_{n=\infty} \left| \frac{\varphi^{(n)}(1)}{\Gamma(x+n+1)} \right| = \begin{cases} 0, \\ \infty, \end{cases} \quad \text{selon que } \mathfrak{R}(x) \gtrless \lambda'.$$

» Nous désignerons toujours λ et λ' comme *le premier et le second nombre caractéristique de la fonction génératrice* $\varphi(z)$.

» Les recherches directes relatives à la convergence de $\Omega(x)$ montrent clairement que ces conditions énoncées sont nécessaires. De plus, appliquant l'intégrale de *Cauchy*, on voit que l'équation (5) entraînera cette autre

$$(7) \qquad \lim_{n=\infty}\left|\frac{\varphi^{(n)}(z)\,z^{x+n}}{\Gamma(x+n+1)}\right| = \begin{cases} 0, \\ \infty, \end{cases} \qquad \text{selon que } \mathfrak{R}(x) \gtrless \lambda',$$

et pourvu que $0 \leqq z < 1$. Cela posé, une intégration par parties démontrera facilement que les conditions nécessaires susdites sont *suffisantes* aussi; de plus, on obtient cette autre proposition :

» *La série de factorielles* $\Omega(x)$ *ainsi obtenue est convergente ou divergente selon que* $\mathfrak{R}(x)$ *est plus grand ou non que* λ *et* λ'; *c'est-à-dire que la limite du champ de convergence, absolue ou non, de* $\Omega(x)$ *est une ligne droite perpendiculaire à l'axe des nombres réels.*

» Transformons maintenant l'intégrale (3) en posant $z = e^{-t}$; nous aurons

$$(8) \qquad \Omega(x) = \int_0^\infty f(t)\,e^{-tx}\,dt, \qquad f(t) = \varphi(e^{-t}),$$

ce qui donnera

$$(9) \qquad (-1)^n \varphi^{(n)}(1) = \sum_{s=0}^{s=n-1} C_n^s f^{n-s}(0),$$

où les C sont les nombres entiers définis par cette identité

$$x(x+1)\ldots(x+n-1) = C_n^0 x^n + C_n^1 x^{n-1} + \ldots + C_n^{n-1} x;$$

c'est-à-dire que notre théorème général vérifie le postulat de M. Schlömilch, savoir que l'origine des séries de factorielles doit être à chercher dans des intégrales définies de la forme (8).

» Or, notre théorème général connu, on déduira sur-le-champ tous les résultats connus relatifs aux séries de factorielles et plusieurs autres inaperçus jusqu'ici, comme nous le démontrerons dans une nouvelle Note. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires qui sont de la même espèce.* Note de M. **Alfred Lœwy**, présentée par M. Picard.

« Soient

$$(1)\qquad \frac{d^n y}{dx^n} + p_1(x)\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + \ldots + p_n(x)y = 0,$$

$$(2)\qquad \frac{d^{n_1} z}{dx^{n_1}} + q_1(x)\frac{d^{n_1-1}z}{dx^{n_1-1}} + \ldots + q_{n_1}(x)z = 0 \qquad (n_1 \leqq n),$$

deux équations différentielles linéaires et homogènes à coefficients rationnels; nous supposons que la transformation

$$z = a_0(x)y + a_1(x)\frac{dy}{dx} + \ldots + a_{n-1}(x)\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}}$$

fasse passer des intégrales de l'équation (1) aux intégrales de l'équation (2), les coefficients $a_0(x)$, $a_1(x)$, ..., $a_{n-1}(x)$ étant des fonctions rationnelles de la variable x. On dit que l'équation (2) est de la même espèce que (1). Si $n = n_1$, le rapport est réciproque, l'équation (1) est aussi de la même espèce que (2). Si $n_1 < n$, l'équation (1) est réductible; dans ce cas il existe toujours une équation différentielle linéaire et homogène à coefficients rationnels dont (1) admet toutes les intégrales.

» I. Cela posé, nous désignons par $y_1, y_2, \ldots, y_n$ un système fondamental d'intégrales de l'équation (1) et nous formons les $\frac{n(n+1)}{2}$ fonctions

$$\left(\frac{d^\alpha y_i}{dx^\alpha}\right)^2, \quad \frac{d^\alpha y_i}{dx^\alpha}\frac{d^\alpha y_k}{dx^\alpha} \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n).$$

» Ces fonctions sont les intégrales d'une équation différentielle linéaire et homogène à coefficients rationnels $H_\alpha = 0$, dont l'ordre est $\leqq \frac{n(n+1)}{2}$.

» Nous considérons l'infinité d'équations

$$H_0 = 0, \qquad H_1 = 0, \qquad H_2 = 0, \qquad \ldots,$$

qui correspondent à toutes les valeurs possibles de $\alpha = 0, 1, 2, \ldots$.

» L'une quelconque de ces équations est toujours de la même espèce que les diverses équations de la suite infinie qui sont de l'ordre $\frac{n(n+1)}{2}$.

» II. Nous formons les $\frac{n(n+1)}{2}$ fonctions (α étant différent de β) :

$$\frac{d^\alpha y_i}{dx^\alpha}\frac{d^\beta y_i}{dx^\beta}+\frac{d^\alpha y_i}{dx^\alpha}\frac{d^\beta y_k}{dx^\beta}+\frac{d^\beta y_i}{dx^\beta}\frac{d^\alpha y_k}{dx^\alpha} \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n).$$

» Ces fonctions satisfont à une équation différentielle linéaire et homogène à coefficients rationnels $H_{\alpha\beta} = 0$, dont l'ordre est $\leqq \frac{n(n+1)}{2}$. Nous considérons la suite doublement infinie d'équations $H_{\alpha\beta} = 0$ qui correspondent à toutes les valeurs possibles de α et β. Nous avons la suite :

$$\begin{array}{llll} H_{01} = 0, & H_{02} = 0, & H_{03} = 0, & \ldots, \\ H_{12} = 0, & H_{13} = 0, & H_{14} = 0, & \ldots, \\ H_{23} = 0, & H_{24} = 0, & H_{25} = 0, & \ldots, \end{array}$$

» L'une quelconque des équations $H_{\alpha\beta} = 0$ de cette suite doublement infinie est toujours de la même espèce que les diverses autres équations de la suite doublement infinie $H_{\alpha\beta}$ aussi bien que de la suite infinie H_α, supposé que les équations correspondantes ont l'ordre $\frac{n(n+1)}{2}$. De même chaque équation de la suite H_α est de la même espèce qu'une équation $H_{\alpha\beta}$ de l'ordre $\frac{n(n+1)}{2}$.

» III. Nous formons les n^2 fonctions

$$\frac{d^\alpha y_i}{dx^\alpha}\frac{d^\beta y_i}{dx^\beta}, \quad \frac{d^\alpha y_i}{dx^\alpha}\frac{d^\beta y_k}{dx^\beta} \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n).$$

» Ces fonctions satisfont à une équation différentielle linéaire et homogène à coefficients rationnels $L_{\alpha\beta} = 0$; l'ordre de cette équation $L_{\alpha\beta}$ est $\leqq n^2$. Si l'on donne à α et β toutes les valeurs possibles $0, 1, 2, \ldots$, on a une suite doublement infinie d'équations

$$\begin{array}{llll} L_{01} = 0, & L_{02} = 0, & L_{03} = 0, & \ldots, \\ L_{12} = 0, & L_{13} = 0, & L_{14} = 0, & \ldots, \\ L_{23} = 0, & L_{24} = 0, & \ldots\ldots, & \ldots. \end{array}$$

» Toutes les équations $L_{\alpha\beta}$ de l'ordre n^2 sont de la même espèce, et une équation d'un ordre inférieur, appartenant à la suite doublement infinie des équations $L_{\alpha\beta} = 0$, est toujours de la même espèce qu'une équation quelconque de la suite qui a l'ordre n^2.

» Chaque équation $L_{\alpha\beta} = 0$ est réductible ; elle admet toutes les intégrales de l'équation $H_{\alpha\beta} = 0$ et d'une autre équation différentielle linéaire

et homogène à coefficients rationnels $G_{\alpha\beta} = 0$. Sur l'équation $G_{\alpha\beta} = 0$, qui est de l'ordre $\leqq \frac{n(n-1)}{2}$ et qui a les $\frac{n(n-1)}{2}$ fonctions

$$\frac{d^\alpha y_i}{dx^\alpha}\frac{d^\beta y_k}{dx^\beta} - \frac{d^\alpha y_k}{dx^\alpha}\frac{d^\beta y_i}{dx^\beta} \qquad (\alpha \gtrless \beta),$$

pour intégrales, on a appelé l'attention des analystes déjà à plusieurs reprises; d'après la terminologie de M. Schlesinger, l'équation $G_{\alpha\beta} = 0$ est une équation associée à l'équation (1). Si l'on connaît un système fondamental d'intégrales de $H_{\alpha\beta} = 0$ et de même de $G_{\alpha\beta} = 0$, on a intégré complètement $L_{\alpha\beta} = 0$.

» Si l'équation (1) et son adjointe de Lagrange

$$\frac{d^n z}{dx^n} - \frac{d^{n-1}(p_1 z)}{dx^{n-1}} + \frac{d^{n-2}(p_2 z)}{dx^{n-2}} - \ldots - (-1)^n p_n z = 0$$

sont de la même espèce, il y a toujours dans la suite doublement infinie $L_{\alpha\beta} = 0$ des équations qui ont une intégrale rationnelle.

» Pour que l'équation (1) et son adjointe de Lagrange soient de la même espèce, il est nécessaire que chaque équation $L_{\alpha\beta} = 0$ d'un ordre n^2 ait une intégrale rationnelle.

» Si l'une quelconque des équations $L_{\alpha\beta} = 0$ est d'ordre n^2 et a une intégrale rationnelle, l'équation (1) et son adjointe de Lagrange sont de la même espèce, ou l'équation (1) est réductible et une équation, dont toutes les intégrales sont aussi des intégrales de l'équation (1), est de la même espèce que l'adjointe de Lagrange de l'équation (1).

» En général, c'est-à-dire si l'équation (1) est prise arbitrairement, chaque équation $L_{\alpha\beta} = 0$ est d'ordre n^2 et non d'un ordre inférieur; car s'il n'y a pas une relation linéaire et homogène à coefficients constants entre les n^2 produits $y_i^{(\alpha)} y_k^{(\beta)}$, l'équation $L_{\alpha\beta} = 0$ est nécessairement d'ordre n^2. La formation de l'équation $L_{\alpha\beta} = 0$ est simple; de là résulte une condition nécessaire et suffisante pour les équations différentielles linéaires et homogènes, dont les intégrales satisfont à une telle relation. Si l'on adjoint, dans le cas d'une équation générale (1), au domaine de rationalité une fonction quelconque de x satisfaisant à une équation quelconque de la suite $L_{\alpha\beta} = 0$, après l'adjonction l'équation (1) et son adjointe de Lagrange sont de la même espèce, ou l'équation (1) devient réductible et, dans le domaine de rationalité plus étendu, une équation linéaire et homogène dont toutes les intégrales satisfont à l'équation (1) est de la même espèce que l'adjointe de Lagrange de l'équation (1). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques théorèmes nouveaux sur les fonctions entières*. Note de M. **Ernst Lindelöf**, présentée par M. Picard.

« En étudiant la théorie des fonctions entières, j'ai été conduit à certains résultats nouveaux dont je signalerai ici quelques-uns, réservant l'exposition complète pour un Mémoire qui va paraître dans les *Actes de la Société des Sciences de Finlande*.

» 1. Soient $f(x)$ une fonction entière de genre fini, $M(r)$ le maximum de son module sur le cercle $|x| = r$, et $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$ ses zéros, rangés par ordre de modules croissants. Une question fondamentale de la théorie qui nous occupe concerne la relation entre l'ordre de grandeur de $M(r)$ et la densité des zéros a; dans cette voie, nous avons obtenu le théorème suivant, qui sert à préciser notablement les résultats de MM. Hadamard et Borel :

» *Soient ρ un nombre positif non entier et $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_\nu$ des nombres réels quelconques; si, quelque petit que soit le nombre positif ε, les conditions*

$$M(r) < e^{r^\rho (\log r)^{\alpha_1} \ldots (\log^{(\nu-1)} r)^{\alpha_{\nu-1}} (\log^{(\nu)} r)^{\alpha_\nu + \varepsilon}}$$

et

$$M(r) > e^{r^\rho (\log r)^{\alpha_1} \ldots (\log^{(\nu-1)} r)^{\alpha_{\nu-1}} (\log^{(\nu)} r)^{\alpha_\nu - \varepsilon}}$$

sont vérifiées, la première à partir d'une valeur finie de r, et la seconde pour une infinité de valeurs r croissant au delà de toute limite, on aura, quelque petit que soit ε,

$$|a_n| > [n \log n)^{-\alpha_1} \ldots (\log^{(\nu-1)} n)^{-\alpha_{\nu-1}} (\log^{(\nu)} n)^{-\alpha_\nu - \varepsilon}]^{\frac{1}{\rho}}$$

à partir d'un certain indice n, et, d'autre part,

$$|a_n| < [n \log n)^{-\alpha_1} \ldots (\log^{(\nu-1)} n)^{-\alpha_{\nu-1}} (\log^{(\nu)} n)^{-\alpha_\nu + \varepsilon}]^{\frac{1}{\rho}}$$

pour une infinité de valeurs n.

» *Si les conditions imposées à $M(r)$ sont vérifiées toutes les deux à partir d'une valeur finie de r, la dernière inégalité subsistera, comme l'avant-dernière, pour toutes les valeurs n dépassant une certaine limite.*

» 2. Étant donnée une série

$$c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + \ldots + c_n x^n + \ldots$$

définissant une fonction entière de genre fini $f(x)$, on sait, d'après les

recherches de M. Poincaré, qu'il existe un nombre ρ (d'ailleurs le même qu'au n° 1) tel qu'on ait $\sqrt[n]{|c_n|} < \left(\frac{1}{n}\right)^{\frac{1}{\rho}-\varepsilon}$ pour n suffisamment grand, et $\sqrt[n]{|c_n|} > \left(\frac{1}{n}\right)^{\frac{1}{\rho}+\varepsilon}$ pour une infinité de valeurs n, et cela quelque petit qu'on ait donné ε. Inversement, si ces dernières conditions sont vérifiées, M. Hadamard a démontré que le genre de la fonction $f(x)$ est fini et égal au nombre entier qui précède immédiatement le nombre ρ, dans le cas où ρ n'est pas un entier, mais que, si ρ est un entier, il y a doute relativement au genre de $f(x)$, qui peut être égal à ρ ou à $\rho - 1$, suivant les cas. Toutefois, on est assuré qu'il est égal à ρ, si l'on n'a pas

$$(1) \qquad \lim_{n=\infty} n^{\frac{1}{\rho}} \sqrt[n]{|c_n|} = 0.$$

» Nous avons complété les résultats relatifs au cas où ρ est un nombre entier, en démontrant la proposition suivante :

» *Si la condition* (1) *est vérifiée, le genre de* $f(x)$ *est égal à* $\rho - 1$ *toutes les fois que la série* $\sum \left|\frac{1}{a_n}\right|^\rho$ *converge, ce qui aura lieu par exemple dans les cas où l'on peut trouver un entier* ν *et un nombre* $\alpha > 1$ *tels qu'on ait, pour* n *suffisamment grand,*

$$\sqrt[n]{|c_n|} < [n \log n \ldots \log^{(\nu-1)} n \,(\log^{(\nu)} n)^\alpha]^{-\frac{1}{\rho}}.$$

» 3. L'origine des difficultés qu'on rencontre dans les cas où ρ est un nombre entier est mise en évidence par les formules asymptotiques que la théorie de Cauchy nous a fournies pour certains produits infinis, et que nous appliquerons ici à quelques exemples très particuliers.

» L'argument de la variable complexe x gardant une valeur fixe quelconque comprise entre $-\pi$ et $+\pi$, on a ces formules

$$(2) \qquad \prod\left(1 + \frac{x}{[n(\log n)^\alpha]^{\frac{1}{\rho}}}\right) = e^{\frac{1+\varepsilon(x)}{\rho^\alpha} \frac{\pi}{\sin \rho\pi} \frac{x^\rho}{(\log x)^\alpha}} \qquad (\text{pour } \rho < 1),$$

et

$$(3) \qquad \prod\left(1 + \frac{x}{n(\log n)^\alpha}\right) = e^{\frac{1+\varepsilon(x)}{\alpha - 1} \frac{x}{(\log x)^{\alpha-1}}} \qquad (\text{pour } \alpha > 1),$$

$\varepsilon(x)$ désignant une fonction quelconque tendant vers o lorsque $|x|$ tend vers ∞.

» En voici une première conséquence curieuse. Considérons la fonction du genre zéro :

$$f(x) = \prod \left(1 + \frac{x}{n(\log n)^{\alpha}}\right), \tag{4}$$

en supposant $1 < \alpha < 2$, et formons l'expression $f(x) + f(-x)$. C'est une fonction de x^2 que nous désignerons par $\varphi(x^2)$. Soient b_1, b_2, ..., b_n, ... les zéros de la fonction $\varphi(x)$ et $\mathrm{M}(r)$ le maximum de son module sur le cercle $|x| = r$. De la formule (3) nous pouvons conclure

$$\mathrm{M}(r) = e^{[1+\varepsilon(r)]\frac{2^{\alpha-1}}{\alpha-1}\frac{\sqrt{r}}{(\log r)^{\alpha-1}}} \qquad \left[\lim_{r=\infty} \varepsilon(r) = 0\right],$$

et, par suite, le théorème du n° 1 nous donne, quelque petit que soit ε,

$$[n(\log n)^{\alpha-1-\varepsilon}]^2 < |b_n| < [n(\log n)^{\alpha-1+\varepsilon}]^2$$

pour n suffisamment grand; d'où il suit que la série $\sum \frac{1}{\sqrt{|b_n|}}$ diverge. Comme les zéros de la fonction $f(x) + f(-x)$ sont respectivement égaux à $\pm\sqrt{b_1}$, $\pm\sqrt{b_2}$, ..., nous arrivons donc à cette conclusion :

» *Bien que les fonctions $f(x)$ et $f(-x)$ soient de genre* 0, *leur somme $f(x) + f(-x)$ est du genre* 1.

» En développant en série la fonction (4), on trouve

$$\sqrt[n]{c_n} = \frac{e}{\alpha - 1}\,\frac{1 + \varepsilon(n)}{n(\log n)^{\alpha-1}} \qquad \left[\lim_{n=\infty} \varepsilon(n) = 0\right],$$

c_n désignant le coefficient de x^n. Or, il existe des fonctions de genre 1 dont les coefficients obéissent à cette même formule asymptotique, par exemple la fonction $(1 + x)[f(x) + f(-x)]$. On voit donc que, *dans certains cas, le genre d'une fonction entière définie par une série donnée dépend, non pas de l'ordre de grandeur des coefficients de cette série, mais de leurs propriétés analytiques.*

» Il s'ensuit encore que certains problèmes relatifs aux fonctions entières, dont on avait en vain cherché la solution, échappent complètement aux considérations où n'intervient que l'ordre de grandeur des coefficients ou du module maximum $\mathrm{M}(r)$. Telles sont les questions de savoir si, $f(x)$ étant une fonction de genre p, il en est toujours de même de la dérivée $f'(x)$, ou bien de la fonction $f(x)$ augmentée d'un polynome. Enfin nos formules asymptotiques permettent de préciser l'influence qu'exercent sur la croissance d'une fonction entière les arguments de ses zéros, question restée obscure jusqu'ici. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants intégraux et les paramètres différentiels*. Note de M. **Alf. Guldberg**, présentée par M. Painlevé.

« Considérons un groupe continu (G) des deux variables x et y, et soit

$$J = \int \Omega(x, y, y', y'', \ldots, y^{(n)})\, dx$$

un invariant intégral du groupe (G), c'est-à-dire que la variation

$$\delta \int \Omega\, dx$$

de l'intégrale est nulle pour toutes les transformations infinitésimales du groupe (G). D'après la théorie de Sophus Lie, il faut et il suffit, pour que J soit un invariant intégral, que Ω soit une solution des équations aux dérivées partielles linéaires et homogènes ([1])

$$\text{(A)} \qquad U^{(n)} f - \Omega\left(\frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \xi}{\partial y} y'\right)\frac{\partial f}{\partial \Omega} = 0,$$

où $Uf = \xi \frac{\partial f}{\partial x} + \eta \frac{\partial f}{\partial y}$ est le symbole général des transformations infinitésimales du groupe (G) et $U^{(n)} f$ désigne la transformation infinitésimale Uf n fois prolongée.

» *Si l'on connaît un invariant intégral du groupe* (G), *on connaît en même temps un paramètre différentiel de* G.

» En effet, cherchons un paramètre différentiel du groupe (G), c'est-à-dire une fonction $\omega(x, y, y', y'', \ldots, \varphi, \varphi')$ de x et y, des coefficients différentiels de y, et d'une fonction φ et φ', telle que, si φ est un invariant différentiel de G, ω soit aussi un invariant différentiel de G.

» Nous aurons

$$\delta\omega \equiv \frac{\partial \omega}{\partial x}\delta x + \frac{\partial \omega}{\partial y}\delta y + \frac{\partial \omega}{\partial y'}\delta y' + \ldots + \frac{\partial \omega}{\partial \varphi}\delta\varphi + \frac{\partial \omega}{\partial \varphi'}\delta\varphi',$$

où $\delta\varphi' = -\varphi' \frac{d\delta x}{dx}$, et où $\delta\omega$ est nul, quand $\delta\varphi$ est nul, pour toutes les transformations infinitésimales du groupe G.

» Mais ces conditions mènent aux équations (A) quand on y remplace Ω par φ'.

([1]) Sophus Lie, *Leipziger Berichte*, p. 350; 1897.

» Regardons, pour fixer les idées, un exemple. Soient G les groupes des mouvements du plan, dont les trois transformations infinitésimales sont

$$\frac{\partial f}{\partial x}, \quad \frac{\partial f}{\partial y}, \quad y\frac{\partial f}{\partial x} - x\frac{\partial f}{\partial y};$$

les équations (A) deviennent

$$\frac{\partial f}{\partial x} = 0, \qquad \frac{\partial f}{\partial y} = 0,$$

$$y\frac{\partial f}{\partial x} - x\frac{\partial f}{\partial y} - (1 + y'^2)\frac{\partial f}{\partial y'} - 3y'y''\frac{\partial f}{\partial y''} - \ldots - \Omega y'\frac{\partial f}{\partial \Omega} = 0.$$

» Un premier invariant intégral est $J = \int \Omega \, dx$, où

$$\Omega = a\sqrt{1 + y'^2}.$$

» Un paramètre différentiel est donc

$$\Delta\varphi = \frac{\varphi'}{\sqrt{1 + y'^2}}. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur le mouvement d'une droite qui possède trois degrés de liberté.* Note de M. **René de Saussure**, présentée par M. H. Poincaré.

« *Définitions.* — Soit D une droite affectée d'un sens indiqué par une flèche et M un point de cette droite; la figure (MD) est un *point dirigé*. Lorsqu'un point dirigé tourne autour d'un axe fixe, il décrit une *couronne;* le cercle décrit par le point M forme la *base* de la couronne. Lorsqu'un point dirigé tourne successivement autour de toutes les droites d'un faisceau plan, il décrit un *couronoïde;* la sphère décrite alors par le point M forme la *base* du couronoïde ([1]).

» Lorsqu'une droite D possède trois degrés de liberté, chacun de ses points peut se déplacer dans une direction arbitraire, à l'exception de deux points qui, eux, décrivent des éléments de surface. Soient N et N′ les normales à ces deux éléments. Tous les déplacements infiniment petits que pourra subir la droite D, ou le point dirigé (MD), seront donc des rotations autour d'axes instantanés rencontrant les normales N et N′. *Ces axes forment ainsi une congruence linéaire.*

([1]) Voir *Comptes rendus,* séance du 23 décembre 1901.

» Si l'on fait subir au point dirigé (MD) une rotation complète autour de chaque génératrice de cette congruence, ce point dirigé décrira une double infinité de couronnes, dont l'ensemble formera un système *tangent* au mouvement à trois degrés de liberté, puisque ce système contient toutes les positions du point dirigé dans le voisinage de la position (MD). Ce système tangent contient deux séries de couronoïdes, puisque la congruence contient deux séries de faisceaux plans ayant leurs centres sur les droites focales N ou N'. Ce système contient donc deux infinités triples de couronnes, puisque chaque couronoïde contient une double infinité de couronnes.

» Considérons le cas particulier où les droites N et N' se rencontrent, c'est-à-dire où toutes les droites de la congruence sont situées dans un même plan P. Remarquons d'abord qu'un système formé d'une triple infinité de points dirigés peut être regardé comme un *fluide géométrique*, où chaque point dirigé représente une molécule M du fluide et la direction D du mouvement de cette molécule.

» Ceci posé, considérons un point dirigé (MD) quelconque dans l'espace et faisons-lui subir une rotation complète autour de toutes les droites du plan P : ce point dirigé décrira une double infinité de couronnes dont l'ensemble forme un fluide géométrique que nous appellerons le *fluide à couronnes*. Tous les cercles décrits par le point M se recoupent en un point A, symétrique de M par rapport au plan P, et tous les hyperboloïdes décrits par la droite D se recoupent suivant une droite X, symétrique de D par rapport au plan P. Le point A est le *pôle* et la droite X l'*axe* du fluide à couronnes, car toutes les génératrices du fluide s'appuient sur X.

» Je dis que les lignes de flux du fluide à couronnes se composent de tous les cercles de l'espace tangents en A à la droite X. En effet, supposons pour un instant cette proposition démontrée; les propriétés de ce fluide seront les suivantes : toute sphère (ou tout cercle) passant par le pôle A rencontre toutes les lignes de flux au point A sous un même angle, donc cette sphère (ou ce cercle) recoupera une seconde fois les lignes de flux sous le même angle, puisque ces lignes sont des cercles. Il en résulte que : 1° *toute sphère (ou tout cercle) passant par le pôle est la base d'un couronoïde (ou d'une couronne) faisant partie du fluide;* ce couronoïde a même pôle et même axe que le fluide à couronnes; 2° *tout fluide à couronnes contient une triple infinité de couronoïdes et une quadruple infinité de couronnes;* 3° *par chaque point* M *d'un fluide à couronnes passe une double infinité de couronnes,* car on peut tracer une double infinité de cercles par le point M et par le

pôle A; les axes de toutes ces couronnes sont situés dans le plan perpendiculaire sur le milieu de AM, ce qui prouve la proposition admise plus haut sans démonstration et montre, en outre, que 4° *tout fluide à couronnes peut être engendré d'une triple infinité de manières différentes en faisant tourner un point dirigé autour de toutes les droites d'un plan;* 5° *étant donnés deux (ou trois) points dirigés quelconques dans un fluide à couronnes, la couronne (ou le couronoïde) déterminée par ces points dirigés appartient aussi au fluide,* car on peut toujours faire passer un cercle (ou une sphère) par les points donnés et par le pôle du fluide.

» *Application.* — Considérons un corps solide qui possède deux degrés de liberté autour d'un point fixe O et dont la position est définie par un point dirigé (MD); le point M décrit une sphère S autour du point O. On suppose connues un certain nombre de positions du point dirigé, positions que nous désignerons par les nombres 1, 2, 3, 4, 5, etc., et l'on demande de déterminer par interpolation toutes les positions intermédiaires que peut prendre le corps solide : on joindra deux à deux les points dirigés donnés par des couronnes; les bases de ces couronnes formeront sur la sphère S un réseau de triangles curvilignes 123, 234, 245, etc. Les points dirigés 1, 2, 3, par exemple, déterminent un couronoïde dont le pôle A est situé sur la sphère et dont l'axe passe par A; considérons le fluide à couronnes défini par la figure (AX). Si l'on trace tous les cercles de flux de ce fluide qui traversent le triangle 123, l'ensemble de ces cercles forme un *tube de flux* ayant la forme d'un croissant à section triangulaire, et ce tube détermine précisément sur la sphère S la portion du couronoïde qui a pour base le triangle 123. Si l'on construit de même les tubes de flux traversant chacun des autres triangles 234, 245, etc., l'ensemble de ces flux définira sur la sphère le mouvement complet à deux degrés de liberté du corps solide, car : 1° les flux ainsi obtenus contiennent toutes les positions données du point dirigé; 2° ces flux définissent un mouvement continu à deux degrés de liberté. En effet, deux triangles adjacents ayant toujours deux sommets communs, la couronne qui joint ces sommets fait partie des deux flux adjacents, c'est-à-dire que tous les flux se raccordent deux à deux sur la sphère pour former un seul flux continu à travers la surface de cette sphère. »

MÉCANIQUE. — *Tensions intérieures produites par deux forces égales et directement opposées agissant sur un solide indéfini. Applications.* Note de M. **Mesnager**, présentée par M. Maurice Levy.

« M. Flamant a montré (*Comptes rendus*, 20 juin 1898) qu'en élasticité à deux dimensions une force de compression p, appliquée normalement à la surface d'un solide limité à une droite et maintenu à l'infini, donne à l'intérieur des ellipses de Lamé réduites à une droite, égale à $-2p\cos\alpha : \pi r$, dirigée suivant la direction joignant le point pressé au point considéré.

» Dans un solide limité à une droite, tiré en un point de cette droite et maintenu à l'infini, et dans un solide identique pressé, les déformations sont, sur la droite limite, normales à cette droite, égales et de signe contraire. On peut donc réunir ces solides pour constituer un solide unique indéfini. Dans un semblable solide les tensions sont égales à $-f\cos\alpha : \pi r$; les lignes isostatiques sont des cercles concentriques au point d'application de la force f et des droites passant par ce point. Les tensions sont constantes le long de cercles ayant leur centre sur la direction de la force et passant par son point d'application. On peut couper le solide suivant les surfaces isostatiques rectilignes sans modifier la répartition des efforts intérieurs et obtenir ainsi la solution d'une série de problèmes.

» Si une série de forces agissant sur le solide se font équilibre, les réactions s'annulent à l'infini; on est dans le cas du solide libre.

» Pour déterminer le résultat de la superposition des efforts intérieurs, il est commode de se servir des théorèmes suivants :

» 1° Dans chacune des ellipses de Lamé, dont les actions se superposent, on choisit un axe, et pour direction positive sur cet axe celle qui forme un angle compris entre + et — un droit avec une direction arbitraire. On double tous les angles à partir de cette direction arbitraire, on porte en grandeur et en signe, sur chaque direction, l'excès de l'axe correspondant sur le second axe de la même ellipse. *La résultante géométrique de ces différences correspond à la direction d'un axe et est égale à l'excès de cet axe sur l'autre.*

» Cela découle immédiatement des formules des efforts intérieurs produits par une tension unique $2n$ sur différentes directions, efforts tangentiels résultant de différentes forces $2n$, somme de $n\sin 2\varphi$. Ils sont nuls pour la résultante; elle correspond donc bien à une direction

principale. Différence des efforts produits dans deux directions rectangulaires, $2n\cos 2\varphi$; leur somme égale la résultante.

» 2° *La somme algébrique des axes composants est égale à la somme algébrique des axes résultants.*

» Considérons deux points A et B soumis à des forces égales et directement opposés, un cercle de centre O passant par ces deux points et par un point quelconque C. L'un des axes résultant de la superposition des efforts $-f\cos\alpha : \pi r$, $-f\cos\alpha' : \pi r'$ produits suivant AC et BC, est dirigé suivant OC. Car AO, BO forment avec CO des angles doubles de AC et BC, et l'on reconnaît facilement que des parallèles aux directions AO et BO menées par C interceptent sur elles à partir de O des longueurs proportionnelles à $r'\cos\alpha$ et $r\cos\alpha'$.

» *Les surfaces isostatiques sont donc les cercles de la projection stéréographique construite avec* A *et* B *pour pôles.*

» Les axes se calculent sans difficulté.

» *Sur le cercle décrit sur* AB *comme diamètre les deux efforts principaux sont égaux, de même signe et constants.*

» En appliquant au solide indéfini deux tensions uniformes rectangulaires égales et de signe contraire à ces efforts principaux, on annule les efforts sur ce cercle, donc on peut couper le solide suivant ce cercle et le séparer sans rien changer. On obtient ainsi le cas du cylindre indéfini comprimé entre deux plans parallèles.

» Les formules du solide indéfini sont applicables au calcul du maximum des efforts dans un hourdis indéfini chargé uniformément et supporté par des poutres parallèles appuyées à leurs extrémités (cas des planchers en béton armé). Les efforts de compression, nuls aux extrémités, ne donnent des compressions sensibles sur l'axe qu'à partir d'une distance des extrémités telle qu'on puisse les assimiler à des efforts égaux et directement opposés agissant sur un solide indéfini dans tous les sens. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Constantes critiques et complexité moléculaire d'hydrocarbures élevés.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **Ed. Mallet**, présentée par M. Sarrau.

« 1. La détermination expérimentale des constantes critiques présente un grand intérêt pour le développement de la théorie générale des fluides; les paramètres caractéristiques de l'*équation d'état* d'un fluide en dépendent, quelle que soit la forme donnée à cette équation (Van der Waals, Clausius, Sarrau, Dieterici, Boltzmann, etc.).

» En second lieu, la connaissance des éléments critiques est indispensable lorsqu'on veut caractériser le degré de complexité moléculaire d'un fluide, dans ses deux phases (phase liquide et phase vapeur), entre la température ordinaire et la température critique.

» Divers Mémoires publiés ces dernières années ont démontré que les phénomènes de polymérisation moléculaire (association de molécules), surtout dans la phase liquide, sont plus nombreux qu'on ne le supposait de prime abord.

» Nous avons donc jugé utile d'effectuer de nouvelles mesures de constantes critiques en choisissant de préférence des corps appartenant à des groupes chimiques différents de ceux étudiés jusqu'à présent par la plupart des expérimentateurs qui ont abordé ces intéressantes questions, et, parmi ces composés, quelques-uns, si possible, à températures critiques élevées.

» Nous transcrivons dans le Tableau suivant une première série de résultats relatifs à quelques hydrocarbures aromatiques complexes dont les premiers termes ont déjà été étudiés par MM. S. Young et Altschül.

Nom et formule.	T_c.	p_c.	K_c.	$a_1 \times 10^4$.	$b_1 \times 10^4$.	$a \times 10^{-6}$.	b.
Durène $C^6H^2(CH^3)^4$.........	675,5	28,6	23,62	1046,0	116,4	45,36	242,4
Diphénylméthane $(C^6H^5)^2CH^2$.	770,0	28,2	27,30	1419,0	136,5	38,25	224,1
Biphényle $C^6H^5-C^6H^5$.....	768,6	31,8	24,17	1224,0	119,4	52,81	248,0
Naphtaline $C^{10}H^8$...........	741,2	39,2	18,89	886,6	91,49	39,79	193,8

» Les températures critiques T_c sont comptées depuis le zéro absolu

$$(T_c = 273 + t_c).$$

Les pressions critiques p_c sont exprimées en atmosphères (ramenées au manomètre absolu) (¹).

» Au moyen des données critiques expérimentales on a calculé les valeurs des constantes de l'équation d'état sous sa forme classique $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$.

» Les quantités a_1 et b_1 se rapportent à l'équation ramenée au volume-unité; a et b à la molécule-gramme dans le système centimètre-cube-atmosphère ($R = 82,09$) (²).

» 2. Pour caractériser ensuite la complexité moléculaire des composés

(¹) Pour le détail des méthodes et des mesures, l'examen des causes d'erreur, la purification des corps, la discussion complète des résultats, nous renvoyons à un Mémoire complet qui paraîtra prochainement dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles*, de Genève.

(²) Sur le calcul de ces constantes, *voir* la Note de MM. Guye et Friderich (*Arch. c. phys. nat.*, 4ᵉ série, t. IX, p. 505).

ci-dessus dans la phase liquide et dans la phase vapeur jusqu'au point critique, nous avons considéré les quantités ci-après :

» 1° Le rapport de la réfraction moléculaire $MR = \frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{M}{d}$ (si possible rapportée à une longueur d'onde infinie) au coefficient critique $K_c = \frac{T_c}{p_c}$ (Guye);

» 2° Le rapport de la densité critique réelle D_c (calculée simplement par la règle de Mathias dite du *tiers de la densité*) à la densité critique théorique D (S. Young);

» 3° La constante $f = \frac{\log p_c - \log p}{T_c - T}T$, expression dans laquelle T_c et p_c représentent les éléments critiques, T la température d'ébullition sous la pression ordinaire p, voisine de 1^{atm} (Guye).

» Voici les valeurs de ces trois éléments numériques :

Corps.	$MR:K_c$.	$D_c:D$.	f.
Durène...........	1,86	4,09	3,17
Diphénylméthane....	1,96	4,08	3,29
Biphényle..........	2,05	4,26	3,27
Naphtaline........	2,22	3,88	3,13

» La connaissance de ces trois éléments est suffisante pour établir, qualitativement au moins, si un fluide est polymérisé ou non à l'état critique, et, en dessous de cette température, dans la phase liquide et dans la phase vapeur. Il suffit, en effet, d'appliquer les règles suivantes qui résument les cas les plus typiques :

» 1° Le fluide n'est pas polymérisé à l'état critique si le rapport $MR:K_c$ est voisin de 1,8 ou même un peu supérieur, et si le rapport $D_c:D$ est voisin de 3,9 à 4,0; il est polymérisé si le premier rapport est nettement inférieur à 1,8 et le second nettement supérieur à 3,9 à 4,0.

» 2° Le fluide est de complexité moléculaire normale dans les deux phases, entre le point d'ébullition et le point critique, si l'on a simultanément les relations suivantes :

$MR:K_c$ voisin de 1,8, $D_c:D$ voisin de 3,9-4,0 et f voisin de 3,1.

» 3° Le fluide est polymérisé, entre le point d'ébullition et le point critique, dans la phase liquide à basse température, et dépolymérisé dans la phase vapeur et à l'état critique si l'on a simultanément les relations suivantes :

$MR:K_c$ voisin de 1,8, $D_c:D$ voisin de 3,9-4,0 et f supérieur à 3,1.

» 4° Le fluide est polymérisé dans les deux phases jusqu'à l'état critique, généralement avec faible dépolymérisation sous cet état, si l'on a simultanément les relations suivantes : $MR:K_c$ inférieur à 1,8; $D_c:D$ supérieur à 3,9 et f voisin de 3,1.

» La simple inspection des valeurs numériques des quantités MR : K_c, D_c : D et f consignées plus haut démontre nettement que les hydrocarbures sur lesquels ont porté nos mesures doivent être considérés comme des fluides normaux dont la grandeur moléculaire est bien représentée par leurs poids moléculaires usuels M, entre le point d'ébullition et le point critique, aussi bien dans la phase liquide que dans la phase vapeur et jusqu'à l'état critique. Ces conclusions sont la confirmation et la généralisation de ce qui a été établi antérieurement, mais seulement pour des intervalles de températures restreints, par la mesure des densités de vapeur des hydrocarbures, en général, en ce qui concerne la phase vapeur et, plus récemment, par la mesure des ascensions capillaires [hexane, *m.*-xylène, mésitylène, durène, pentaméthylbenzène, biphényle, diphényléthane (¹), diphénylméthane, naphtaline, acénaphtène] en ce qui concerne la phase liquide (²). »

ÉLECTRICITÉ. — *Extension des deux lois de Kirchhoff.* Note de M. E. Carvallo, présentée par M. A. Cornu.

« 1. Introduction. — Le problème de la distribution des courants en régime permanent dans un réseau de conducteurs filiformes muni de générateurs et de récepteurs donnés est entièrement résolu par les deux lois de Kirchhoff, savoir :

» Première loi. — *La somme algébrique des intensités des courants qui aboutissent à un point du réseau est nulle.*

» Deuxième loi. — *La somme algébrique des forces électromotrices des générateurs, des récepteurs et de Joule qu'on rencontre sur un contour fermé faisant partie du réseau est nulle.*

» 2. Extension des lois de Kirchhoff aux conducteurs a trois dimensions. — Maxwell a défini le courant de conduction p au moyen de l'intensité i comme on définit le vecteur vitesse en un point d'un fluide au moyen du débit. Si C est la conductibilité, le vecteur $-\frac{p}{C}$ représente la force contre-électromotrice due à l'effet Joule par unité de volume. On peut définir de même un vecteur qui représente les forces électromotrices des piles, des effets Peltier et Thomson (³). La résultante de ce vecteur

(¹) Dutoit et Friderich, *Arch. de Ph. nat.* (Genève), 4ᵉ série, t. IX, p. 105.
(²) Travail fait au laboratoire de Chimie physique de l'Université de Genève.
(³) Ces forces doivent être théoriquement mesurées, comme celle de Joule, par des

et de $-\frac{p}{C}$ est la force électromotrice résultante P. Avec ces deux notions vectorielles, courant p et force électromotrice P, les deux lois s'énoncent ainsi :

» *Le flux du courant de conduction à travers une surface fermée est nul.*

» *L'intégrale de la force électromotrice le long d'un contour fermé est nulle.*

» Les deux énoncés supposent les courants établis à l'état de régime, le deuxième suppose en outre qu'on ne sort pas du conducteur. Pour lever ces restrictions, j'invoquerai une expérience bien connue.

» 3. CHARGE D'UN CONDENSATEUR PAR LE COURANT D'UNE PILE. — Pendant sa courte durée, le courant débite une quantité d'électricité

$$q = \int i\,dt$$

mesurée par des procédés dynamiques (voltamètre, galvanomètre balistique).

» Une première loi expérimentale est celle-ci : les faces A et B du condensateur prennent des charges qui, mesurées par des procédés électrostatiques, sont proportionnelles à $+q$ et à $-q$. Elles sont réparties sur la surface S du condensateur, de sorte que la densité superficielle peut être représentée par $\frac{q}{S}$, en choisissant les unités de façon que le coefficient de proportionnalité soit égal au nombre *un* (¹). La force électrique du champ entre les deux faces du condensateur est, d'après les formules de l'Électrostatique,

$$X = 4\pi k \frac{q}{S}. \tag{1}$$

» Une deuxième loi expérimentale est que le courant de charge s'arrête quand la différence des valeurs du potentiel ψ entre les armatures A et B est égale à la force électromotrice E de la pile de charge *mesurée par des*

procédés dynamiques (quotient d'une quantité d'énergie par une quantité d'électricité), à l'exclusion des procédés statiques (électromètre), sous peine de tomber dans les confusions qui ont obscurci la question des forces électromotrices de contact appelées improprement différences de potentiel au contact.

(¹) Dans ce système d'unités, le coefficient $k\left(\frac{1}{K}\text{ de Maxwell}\right)$ de la loi de Coulomb $F = k\frac{qq'}{r^2}$ a les dimensions du carré d'une vitesse et l'expérience montre que cette vitesse est celle de la lumière.

procédés dynamiques :

(2) $$E = \psi_A - \psi_B.$$

Ces deux lois constituent la généralisation de celles de Kirchhoff comme je vais l'expliquer.

» 4. Extension de la première loi de Kirchhoff aux courants variables. — Je considère une surface fermée qui enveloppe l'armature positive A du condensateur, mais qui laisse l'armature B à l'extérieur. A travers cette surface et à l'époque t de la période de charge, je considère deux flux : le flux du courant p qui pénètre par le conducteur de charge, c'est l'intensité $i = \frac{dq}{dt}$ d'après la définition de p; puis le flux de la force électrique X qui sort par la partie de la surface située entre les armatures, c'est $4\pi kq$ d'après les formules de l'Électrostatique. Le premier flux $\frac{dq}{dt}$ est égal au quotient par $4\pi k$ de la dérivée du second $4\pi kq$, c'est-à-dire au flux du vecteur $\frac{1}{4\pi k}\frac{dX}{dt}$. Ainsi le vecteur $\frac{1}{4\pi k}\frac{dX}{dt} = p_1$ complète le vecteur p, de façon que le flux total de ces deux vecteurs est nul ; p_1 est le *courant de déplacement* de Maxwell; $p + p_1$ est le *courant total*, il se réduit à p dans un conducteur parfait, à p_1 dans un diélectrique parfait. La première loi de Kirchhoff généralisée s'énonce donc ainsi :

» *Le flux du courant total à travers une surface fermée quelconque est nul.*

» 5. Extension de la deuxième loi de Kirchhoff aux diélectriques. — La formule (2), qui représente la deuxième loi du n° 3, peut s'écrire

$$0 = E + \psi_B - \psi_A.$$

$\psi_B - \psi_A$ est donc une force électromotrice qui équilibre la force électromotrice E qu'on trouve dans le circuit conducteur; par définition du potentiel $\psi_B - \psi_A$ est l'intégrale changée de signe de la force électrique X suivant le chemin qui va de A à B à travers le diélectrique. Si donc on considère un contour contenant deux parties, l'une dans le conducteur, l'autre dans le diélectrique, on trouve en chaque point une force électromotrice, P dans le conducteur, $P_1 = -X$ dans le diélectrique. Si le champ magnétique est variable, l'étude des courants d'induction enseigne qu'il faut ajouter à l'intégrale des forces électromotrices le long du contour la dérivée changée de signe du flux de l'induction magnétique a à travers ce contour. Telles sont les forces électromotrices que l'expérience révèle. Pourvu qu'on en tienne compte, l'énoncé de la deuxième loi demeure inchangé :

» *La force électromotrice totale qui règne dans un contour fermé est nulle.*

» Les vérifications expérimentales de cette loi généralisée sont nombreuses : elles résultent de l'exploration du potentiel le long du conducteur d'un courant à l'aide de l'électromètre.

» 6. Conclusions. — Nous avons obtenu deux lois générales :

» Première loi. — *Le flux du courant total à travers toute surface fermée est nul.*

» Deuxième loi. — *La force électromotrice totale qui règne dans tout circuit fermé est nulle.*

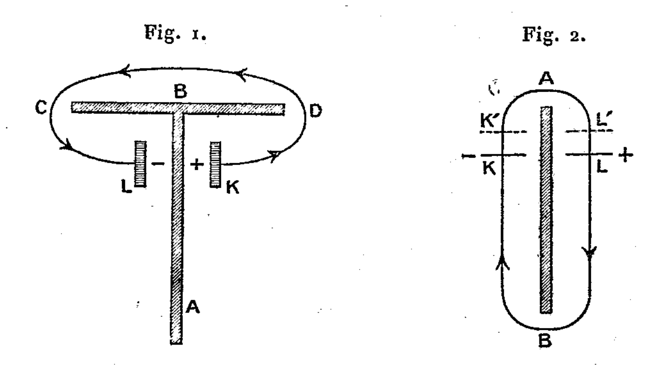
» La première loi peut être trouvée dans les formules de Maxwell (éq. E. n° 607); mais elle y apparaît comme la conséquence mathématique d'une hypothèse sur le champ magnétique produit par un courant ouvert et non comme un fait expérimental directement observable. Quant à la deuxième loi, les formules de Maxwell ne sauraient y conduire. Je la crois nouvelle. Il est intéressant de constater que toutes deux ne sont que des extensions des deux lois de Kirchhoff. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une nouvelle réaction entre les tubes électrostatiques et les isolateurs.* Note de M. **W. de Nicolaïève**, présentée par M. H. Poincaré.

« Cette réaction spéciale s'observe dans le champ électrostatique que l'auteur a manifesté dans le sein des électrolytes pendant le passage du courant; les tubes de ce champ coïncident avec les lignes du courant, par suite, les matières isolantes, qui sont diélectriques pour les tubes du champ ordinaire, se comportent dans les électrolytes comme des matières diélectriques parfaites, c'est-à-dire dépourvues de perméabilité électrique. La Note relative aux divers effets du champ électrostatique au sein des électrolytes a été insérée dans les *Comptes rendus*.

» *Première expérience.* — On place dans l'eau distillée un système de deux plaques verticales isolatrices, réciproquement perpendiculaires, dont les sections horizontales (AB) et (CD) ont la forme d'un T (*fig.* 1); dans les angles dièdres, formés par les plaques, immergent deux bandes d'étain de 15^{cm} à 20^{cm} de longueur et dont les sections horizontales sont (K) et (L). Sous l'influence des tubes de l'espèce (KDBCL), qui se forment dans l'eau pendant le passage du courant le long des bandes, ces dernières divergent et, si elles étaient chargées par les pôles d'un transformateur de 300 volts, les extrémités se déplaceraient de 20^{mm} vers (C) et (D); le complexe des tubes semblables à (KDBCL) peuvent exister seulement grâce à la réaction du diaphragme sur eux; au contraire, les tubes agissent sur ce dernier en le comprimant.

» *Deuxième expérience.* — Deux bandes (K) et (L) (*fig.* 2) sont suspendues dans l'eau et séparées l'une de l'autre par une cloison en verre (AB); les tubes électrostatiques de l'espèce (LAK) déplacent les bandes dans les positions (K') et (L'), de sorte



que deux corps, unis par les forces réactives, se déplacent dans une même direction, ce qui est contraire à la loi fondamentale de la réaction ; la seule explication plausible est que l'arête (A) réagit sur les tubes (LAK), qui jouent le rôle d'un élastique tendu, appuyé sur l'arête et tirant les bandes.

» *Troisième expérience.* — Deux fils ou bandes métalliques (K) et (L) (*fig.* 2), immergés dans l'eau, sont fixes et la cloison (AB) en mica, flottant au moyen d'un bouchon, est mobile; étant dans la position (AB), elle se meut de (A) vers (B), contrairement au mouvement des bandes mobiles dans la deuxième expérience ; c'est la différence des tensions des tubes (LAK) et (LBK) qui constitue la force motrice. Quand l'arête (A) a passé la ligne des électrodes (KL), les tubes issus des autres faces des électrodes agissent toujours dans la même direction ; quand le mica est parallèle au plan (KL), elle s'éloigne d'eux ; ce mouvement est produit par les poussées des tubes ; de pareilles poussées doivent éprouver les parois des vases contenant les électrolytes. Pour contrôler l'expérience et se persuader que ce ne sont pas les courants au sein du liquide qui produisent les mouvements du mica, on mettait en série deux électrolytes dont l'un et l'autre étaient de l'eau distillée ; après que le mica s'était mû dans un électrolyte, on dissolvait dedans une petite quantité de sel de chlorure de sodium ; le courant devenait plus fort, mais le champ électrostatique devenait plus faible et le mica ne montrait presque aucune trace de mouvement ([1]). L'auteur a l'intention de faire la troisième expérience au sein des gaz raréfiés, ou par l'effet de l'ionisation. Les tubes électrostatiques peuvent aussi coïncider avec les tubes du courant, mais où aussi entrera en compte l'influence des lignes statiques sur les parois.

» *Quatrième expérience.* — Un pendule en mica, mobile autour d'un axe léger en verre, parallèle à la ligne des électrodes et placé perpendiculairement à la ligne des électrodes d'une machine électrostatique de Holz, s'éloigne des électrodes si une partie du pendule masque la ligne des électrodes et oblige l'étincelle à se détourner de

([1]) Les feuilles d'étain, flottant dans l'eau au lieu des plaques de mica, se comportaient d'une manière contraire.

la voie la plus directe. Si l'air est ionisé par les charges des électrodes, l'effet peut être attribué aux réactions des tubes électrostatiques sur le bord du mica ; autrement, la cause du mouvement est tout autre. »

PHYSIOLOGIE. — *Action des courants de haute fréquence (application directe) sur les animaux.* Note de MM. **H. Bordier** et **Lecomte**, présentée par M. d'Arsonval.

« Depuis les belles expériences de M. d'Arsonval, on sait que les courants de haute fréquence appliqués directement sur l'homme ne sont accompagnés d'aucune sensation, malgré l'énorme énergie (720 watts avec le dispositif de M. d'Arsonval) mise en jeu et capable de porter au blanc éblouissant le filament de plusieurs lampes à incandescence placées en tension dans le circuit.

» L'application directe s'obtient en prenant le courant aux deux extrémités du solénoïde à gros fil de l'appareil producteur de la haute fréquence.

» On a donné, de l'absence de sensation, plusieurs explications ; certains auteurs ont même prétendu que ces courants s'écoulaient par la surface du corps sans pénétrer dans la profondeur de l'organisme. Les expériences que nous avons faites sur les animaux viennent donner un démenti formel à cette dernière opinion et une entière confirmation aux idées soutenues par M. d'Arsonval.

» Le dispositif dont nous nous servons pour obtenir les courants de haute fréquence consiste en une bobine de Ruhmkorff de $0^{m},55$ d'étincelle actionnée par du courant continu à 120 volts et interrompu périodiquement au moyen de l'interrupteur de Wehnelt à refroidissement. Les bornes du fil secondaire de la bobine sont reliées aux armatures de deux condensateurs plans munis d'un détonateur.

» Nos premières expériences furent faites sur le lapin ; le courant était amené à l'animal à l'aide de deux colliers métalliques enserrant, d'une part, le cou et, d'autre part, l'abdomen.

L'intensité du courant était mesurée avec le galvanomètre thermique de d'Arsonval-Gaiffe gradué en milliampères.

» *Première expérience.* — Les connexions étant établies comme il vient d'être dit, on lance le courant qu'on interrompt après une minute : l'intensité a été de 400 milliampères. On enlève les colliers et l'on constate que l'animal présente une paraplégie du train postérieur. Ce lapin mourait douze jours après.

» *Deuxième expérience.* — Le corps d'un homme est placé en tension dans le

circuit où se trouve le galvanomètre thermique et un lapin : on fait passer un courant pendant trois minutes. Intensité : 300 milliampères. Le sujet n'accuse absolument aucune sensation; le lapin est encore paralysé et meurt quatorze jours après l'expérience.

» Nous avons alors cherché à obtenir un meilleur contact et pour cela nous avons remplacé les colliers par deux électrodes, l'une rectale, l'autre buccale, s'appliquant bien sur les muqueuses.

» *Troisième expérience.* — On fixe solidement un lapin sur l'appareil à contention et l'on fait passer le courant; le galvanomètre indique une intensité supérieure à 500 milliampères.

» On constate une accélération de la respiration et un tétanos généralisé; après treize minutes la respiration se ralentit.

» On arrête le courant après quinze minutes : l'animal ne respire plus; son cœur bat deux ou trois fois encore, puis s'arrête à son tour. En déliant l'animal, on constate une rigidité cadavérique très marquée.

» Ces expériences prouvent bien que l'application directe des courants de haute fréquence est loin d'être inoffensive pour le lapin; elles démontrent en outre d'une façon péremptoire que ces courants traversent bien l'organisme et ne se propagent pas suivant la surface.

» Nous avons continué nos recherches sur d'autres animaux, le cobaye et le rat.

» *Quatrième expérience.* — Un cobaye ayant été disposé comme le lapin précédent, le courant a été établi pendant sept minutes : l'animal a cessé de vivre. Il présente aussi une rigidité cadavérique complète. A l'autopsie, on trouve de la congestion des deux poumons; les oreillettes sont gorgées de sang noir.

» *Cinquième expérience.* — Un rat pesant 155^{gr} est soumis à l'action directe des courants comme les animaux précédents. Après quarante secondes, on arrête le courant; l'animal ne respire plus; son cœur s'arrête après cinq ou six pulsations. Rigidité cadavérique très nette.

» Ces expériences sont, comme on le voit, concordantes : elles prouvent que la mort arrive d'autant plus vite que la taille de l'animal est plus petite.

» Nos résultats ont été publiés dans la thèse de l'un de nous (Lecomte) le 4 décembre. Des recherches du même genre faites par M. Jellinek sur des lapins et publiées dans la *Semaine médicale* du 18 décembre viennent confirmer entièrement nos constatations. Quant à l'explication des accidents mortels il est très probable qu'il faille la chercher dans des phénomènes d'inhibition développés par ces courants dans les centres nerveux respiratoires.

» Nous pensons que nos expériences peuvent être rapprochées de ce qui se passe chez l'homme dans le cas de la foudre et du choc en retour, en se rappelant que les éclairs produisent aussi des oscillations électriques et un champ hertzien autrement puissant que celui qui était concentré par le corps de nos animaux et provenant de notre dispositif relativement peu énergique. »

Remarques au sujet de la Communication de MM. Bordier *et* Lecomte, par M. d'Arsonval.

« Les faits signalés ci-dessus comportent quelques réflexions pouvant intéresser les expérimentateurs et les médecins qui font usage des courants de haute fréquence.

» Et tout d'abord ils sont parfaitement exacts; j'ai eu l'occasion, de mon côté, de constater des phénomènes semblables. J'ai montré, notamment en 1896, à mon cours du Collège de France et à la Société de Biologie, des lapins et des cochons d'Inde chez lesquels le passage *direct* des courants à haute fréquence avait amené une amputation complète des membres. Ces animaux m'avaient servi pour faire *in vivo* des atténuations microbiennes par la haute fréquence. Pour faire passer ces courants très intenses (plus d'un ampère chez le lapin), l'animal était fixé sur une planchette percée de deux trous, l'un en avant où passaient les pattes d'avant, l'autre en arrière où étaient engagées les cuisses. Les pôles du solénoïde étaient reliés à deux vases pleins d'eau sur lesquels l'animal établissait un pont, le courant pénétrant par les pattes postérieuses et ressortant par les pattes antérieures après avoir traversé le corps. Tout autre système d'électrodes avait dû être rejeté à cause de l'échauffement considérable des tissus aux points de pénétration du courant.

» Malgré ces précautions, les membres devenaient rapidement brûlants, et en continuant à faire passer le courant on les cuisait littéralement, au point que chez plusieurs animaux les membres se détachèrent complètement du corps six à dix jours plus tard.

» Quelques-uns des animaux ainsi traités moururent immédiatement, et à l'autopsie je trouvai des caillots dans le cœur et les gros vaisseaux; *il n'y avait pas eu de contractions musculaires.*

» Dans ces conditions, de même que dans les expériences signalées ci-dessus, je crois que la paraplégie ainsi que la mort immédiate ou différée sont, en grande partie au moins, le fait de la chaleur développée

dans les tissus et des coagulations ou embolies qu'elle détermine. Dans les cas de MM. Bordier et Lecomte, cette élévation de température est encore plus grande, puisqu'elle se complique de contractions musculaires et de phénomènes tétaniques généralisés. L'hyperthermie peut donc expliquer à elle seule, à la rigueur, l'arrêt du cœur. On constate très bien sur soi-même cette sensation de chaleur aux poignets quand on saisit des deux mains les pôles du solénoïde. En allumant des lampes à incandescence entre deux personnes, il est difficile de dépasser (et cela seulement pour quelques instants) deux ampères, à cause de cette sensation de chaleur.

» Quant aux secousses et aux contractions musculaires signalées ci-dessus, il faut absolument les éviter quand on veut étudier les actions propres des courants à haute fréquence.

» Si l'on en obtient cela prouve : ou que le courant est trop dense pour la fréquence employée, ou que l'appareil est mal réglé pour une des causes ci-dessous (¹) :

» 1° Détonateur mal réglé comme distance explosive;

» 2° Boules déformées ou mal polies;

» 3° Étincelle insuffisamment soufflée et ayant encore de l'arc;

» 4° Mauvais contact ou petite interruption dans les circuits, tant de basse que de haute fréquence;

» 5° Armatures du condensateur mal appliquées sur le diélectrique;

» 6° Capacité trop grande;

» 7° Self trop grande;

» 8° Nature de la source électrique : on obtient mieux généralement avec l'interrupteur à mercure qu'avec le Wenhelt lorsqu'on se sert de la bobine. On arrive toujours, après quelques tâtonnements, à supprimer toute sensation et toute contraction musculaire. Cela est absolument essentiel si l'on ne veut pas compliquer les effets dus à la haute fréquence seule des phénomènes complexes provoqués par la sensibilité et la contraction musculaire. Toutes les fois que je parle des actions de la haute fréquence il est bien entendu qu'il s'agit de haute fréquence *pure*, n'excitant ni les nerfs sensitifs, ni les muscles.

(¹) L'opinion que les courants de haute fréquence ne peuvent provoquer ni contractions, ni douleurs, est assez répandue. C'est là une erreur, la tolérance de l'organisme pour les courants alternatifs augmente avec la fréquence, dans des proportions énormes il est vrai, mais ne saurait être indéfinie. L'effet Joule suffirait à lui seul à l'empêcher, sans parler des autres phénomènes.

» Je n'insisterai pas sur la théorie surannée, encore admise par quelques auteurs, qui attribue l'innocuité des courants de haute fréquence à leur écoulement superficiel.

» J'ai montré par toute une série de faits physiologiques que ces courants pénétraient au plus profond des tissus. Même au point de vue physique cette théorie est une hérésie quand il s'agit de conducteurs ayant la résistance spécifique des tissus. Le calcul montre en effet que du courant à la fréquence 500000 circulant dans le bras (résistance spécifique, *au moins* 7 ohms-centimètre) ne subit aucune réduction appréciable au centre. Je l'ai prouvé également par les mesures directes (voir ma Note aux *Comptes rendus* du 6 juillet 1896).

» Comme conclusion je terminerai en disant : lorsqu'on étudie l'action des courants à haute fréquence, il faut éviter trois choses :

» 1° Toute action sur la sensibilité;

» 2° Toute contraction musculaire;

» 3° Toute élévation *anormale* de température. »

PHYSIQUE. — *Sur l'existence de rayons qui subissent la réflexion, dans le rayonnement émis par un mélange de chlorures de radium et de baryum.* Note de M. **Th. Tommasina**, présentée par M. A. Cornu.

« Différents modes d'observation m'avaient laissé entrevoir l'existence de rayons qui subissent la réflexion dans les radiations émises par certains corps radio-actifs. Les modifications expérimentales que je vais décrire m'ont permis de les mettre en évidence et de les séparer des autres, partiellement, sinon complètement. Le premier dispositif est le suivant :

» Un miroir concave parabolique en cuivre argenté, de 25^{mm} de foyer et 12^{cm} d'ouverture, est percé à son centre et muni d'un tube de cuivre de 11^{mm} de diamètre intérieur. Dans ce dernier entre, à frottement doux, un tube de caoutchouc un peu rigide, dans lequel est à moitié enfoncé un petit tube radiant, contenant des chlorures de radium et de baryum. Le tube de caoutchouc est fixé à un support à pinces tournantes, qui permettent de modifier facilement l'orientation du miroir sans secouer les corps radioactifs. On peut ainsi ôter et replacer rapidement, soit le miroir, soit le tube radiant, sans que tout le dispositif ne subisse aucun autre changement.

» Cet appareil est placé sur une table en contrebas de celle sur laquelle se trouve l'électroscope Curie, auquel a été enlevé, pour cette expérience, le disque inférieur.

» Le foyer du miroir où se trouve le tube radiant était à 65^{cm} du centre du disque supérieur et à 45^{cm} en contrebas, l'axe du miroir étant dirigé vers ce même centre.

» L'électroscope a été électrisé, soit négativement, soit positivement, au moyen d'actions très faibles, de façon à porter la divergence de la feuille d'or un peu plus loin que la 200e division de l'échelle de la lunette de l'électroscope, pour éviter de faire des lectures pendant les irrégularités de la marche initiale, et pour ne pas trop influencer le milieu et l'appareil, par le flux électrique intense des bâtons de résine ou de verre frottés. Ces expériences sont très délicates et, justement à cause de cette dernière action, ne peuvent avoir une longue durée.

» Voici quelques-unes des séries d'observations qui mettent en évidence l'action du miroir sur une partie du rayonnement. Les chiffres des premières colonnes indiquent la division de l'échelle où se trouvait la feuille d'or après un temps, toujours égal, de soixante secondes; ceux des deuxièmes colonnes indiquent les nombres des divisions comprises entre deux chiffres successifs des premières colonnes, donnant ainsi la diminution de l'électrisation de l'électroscope après chaque minute.

Séries avec électrisation négative.

Sans miroir.		Avec miroir.		Sans tube radiant.	
200		200		200	
185	15	160	40	198	2
169	16	122	38	165	
153	16	89	33	163	2
136	17	56	33	90	
119	17	26	30	88,5	1,5
103	16			24,5	
89	14			23	1,5
75	14				
62	13				
49	13				

Séries avec électrisation positive.

185		200		200	
166	19	160	40	198	2
148	18	123	37	161	
130	18	89	34	159,5	1,5
113	17	56	33	115	
97	16			113	2
80	17			75	
65	15			73,5	1,5
51	14				

» Des séries plus régulières ont été obtenues; je ne présente que des moyennes pour donner une idée plus exacte de l'ensemble de ces mesures, lesquelles démontrent que le miroir double l'effet du tube. Cette forte augmentation semble établir que l'action ne peut pas être due seulement

aux rayons secondaires émis par la surface du miroir sous l'action des rayons directs et partant normalement de leurs points d'incidence. D'autant plus que ces rayons, à cause de la forme parabolique du miroir, devraient venir tous se croiser le long de la ligne axiale, dans la continuation de l'axe du tube radiant, à proximité de ce dernier, et suivant la droite qui réunit le foyer du miroir avec le centre du disque de l'électromètre. J'ai pensé les éliminer, de même que les rayons directs émis par le tube dans cette direction, par la modification suivante :

» Un cylindre en fer de 8^{cm} de diamètre et 20^{cm} de longueur a été placé longitudinalement dans la direction axiale entre l'électromètre et le miroir, à 2^{cm} de ce dernier. Le miroir concave n'ayant que 12^{cm} d'ouverture, sa zone efficace était ainsi réduite à une bande annulaire de 2^{cm} d'épaisseur. Le bord du miroir est courbé en dehors de telle façon que les points qui pourraient envoyer des rayons secondaires dans la direction de l'électroscope ne sont pas exposés aux rayons directs des corps radioactifs qui se trouvent dans le foyer du miroir parabolique.

» Les nouvelles séries obtenues m'ont permis d'établir que l'action du miroir compensait celle du cylindre en fer, de façon qu'on avait approximativement les mêmes chiffres par le tube muni de miroir, avec cylindre de fer interposé, que par le tube sans miroir et sans le cylindre, celui-ci ôtant presque les deux tiers de l'action du tube radiant sur l'électroscope. Le phénomène de la réflexion était ainsi mis en évidence.

» La grande facilité de pénétration que possèdent une partie des rayons directs ayant été déjà constatée, j'ai remplacé le cylindre de fer par un écran métallique mince, dans le but de séparer les rayons réfléchis des autres. Une lame de laiton, de la même épaisseur que celle des parois du miroir ($0^{mm},5$), a été disposée normalement à la ligne axiale, à 26^{cm} du tube radiant, la distance de celui-ci à l'électromètre étant de 42^{cm}.

» Les séries que j'ai obtenues par cette dernière modification expérimentale démontrent que l'interposition de la lame métallique produit une très faible diminution de l'action du rayonnement du tube, tandis qu'elle annule complètement l'effet du miroir.

» Il me semble donc pouvoir conclure que, dans le rayonnement du tube expérimenté contenant un mélange de chlorures de radium et de baryum, existent des rayons qui subissent la réflexion. »

PHYSIQUE. — *Sur les maxima électrocapillaires de quelques composés organiques.* Note de M. **Gouy**.

« J'ai montré antérieurement [1] qu'il est possible de mesurer le maximum électrocapillaire de liquides presque isolants; je viens d'étudier

---

[1] *Comptes rendus,* 23 juillet 1900.

ainsi quelques solutions de corps organiques dans l'eau pure, et divers liquides organiques ne contenant que de petites quantités d'eau. Pour être sûr qu'on a bien observé le maximum, il faut pouvoir constater la rétrogradation du mercure dans la pointe de l'électromètre, ce qui exige parfois plusieurs dizaines de volts, en raison de l'énorme résistance ohmique; aussi les courbes électrocapillaires sont-elles entièrement déformées et inutilisables, sauf pour la valeur H de l'ordonnée maximum.

» Dans ce qui va suivre, le maximum avec l'eau pure est pris égal à 1000. Le Tableau suivant donne quelques exemples de corps en solutions aqueuses; on y a inscrit 1000 — H, c'est-à-dire la dépression du maximum; M désigne une molécule-gramme par litre de la solution; la température est de 18° :

	$\frac{1}{100}$ M.	$\frac{1}{10}$ M.	$\frac{1}{3}$ M.	1 M.	2 M.	3 M.	5 M.	10 M.	20 M.	Pur ou en solution saturée.
Alcool méthylique	»	»	»	6	12	»	28	49	70	78
Alcool butylique tertiaire	»	9	30	60	82	»	90	92	»	93
Acétone	»	4	12	27	43	»	67	82	»	90
Urée	»	»	8	19	27	34	44	»	»	60
Saccharose	11	29	41	55	67	82 (1)	»	»	»	74
Pyridine	12	42	68	93	103	»	112	131	»	137

» Le Tableau suivant donne les maxima avec divers liquides ne contenant que de très faibles quantités d'eau, suffisantes pour la conductibilité; cependant les corps indiqués en italiques ont dû être employés avec une quantité d'eau plus grande, environ 10 pour 100. Les liquides non miscibles à l'eau, qui sont généralement trop résistants à l'état pur, ont été agités quelques instants avec de l'eau, dont ils dissolvent ainsi des traces :

Alcool méthylique	922
» éthylique	906
» *propylique*	899
» *isopropylique*	907
» butylique normal	896
» butylique secondaire	901
» *butylique tertiaire*	907
» isobutylique	902
» amylique ordinaire	894
» amylique tertiaire	896
» caprylique	877
» octylique secondaire	879
» benzylique	854
» anisique	860
Glycol	894
Glycérine	902
Aldéhyde propylique	897
» isobutylique	896
» benzoïque	850
Furfurol	867
Acétone	910
Méthylhexylcétone	878
Acétylacétone	865
Pinacoline	893
Acétophénone	853
Acétal	893
Capronitrile	891
Chloroforme	867

(1) Sursaturé.

Bromure d'éthyle	861	Diméthylaniline	827
Phénol	859	Diéthylaniline	835
Carvacrol	854	Ortho-toluidine	833
Acide acétique	919	Méta-xylidine	836
» *butyrique*	895	Phénylhydrazine	834
Acétate d'éthyle	897	Pyridine	863
Acétate d'amyle	891	Picoline α	860
Dichlorhydrine glycérique α	867	Lutidine	852
Amylamine	869	*Pipéridine*	841
Allylamine	869	Quinoléine	838
Benzylamine	842	Quinaldine	830
Aniline	837		

» Le premier Tableau montre que la dépression du maximum croît moins vite que la concentration; elle lui est d'abord presque proportionnelle pour les corps peu actifs, tels que l'alcool méthylique. La concentration augmentant, la dépression croît de moins en moins vite, et les dernières quantités d'eau ont peu d'effet.

» Le second Tableau montre que le maximum avec le corps presque anhydre, comparé à celui de l'eau, est en général d'autant plus déprimé que ce corps est plus actif en solutions étendues, comme on pouvait s'y attendre; mais, d'un corps à un autre, la différence est ici bien moindre qu'en solutions étendues. Cela tient à ce que, avec les corps peu actifs, la dépression du maximum progresse avec la concentration bien plus qu'avec les corps très actifs. Avec les substances actives, il est remarquable que le corps pur ne donne guère que le double ou le triple de la dépression du maximum que donnent déjà des solutions très étendues, à 1 pour 100, par exemple. Ces faits seraient inintelligibles, si l'on ne savait que les molécules dissoutes s'accumulent à la surface du mercure et forment une couche de concentration bien supérieure à celle du reste de la solution [1]; il est naturel dès lors qu'elles exercent sur le mercure des forces capillaires φ comparables à celles que produit le corps à l'état pur. Pour les corps peu actifs, cette accumulation est moindre, et l'effet produit se rapproche de la proportionnalité à la concentration, qui serait vraisemblablement réalisée si la solution restait homogène. »

---

(1) *Comptes rendus*, 3 décembre 1900, et *Journal de Physique*, 1901.

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation de l'hydrate de chlore.* Note de M. DE FORCRAND.

« Deux méthodes permettent de connaître la chaleur de formation de l'hydrate de chlore : la mesure directe de la quantité de chaleur produite lorsqu'il se forme ou lorsqu'il se décompose, et le calcul de cette quantité au moyen des courbes de dissociation.

» I. MESURE DIRECTE. — M. Le Chatelier a déjà publié, en 1886 ([1]), le résultat d'une expérience de ce genre. Il dissolvait l'hydrate dans l'eau du calorimètre (-14^{Cal}) et ajoutait à ce nombre pris en signe contraire la chaleur de dissolution du chlore gazeux ($+3^{Cal}$ d'après M. Berthelot). Il obtenait ainsi :

$$Cl^2 \text{gaz} + n\,H^2O \text{ liq.} = Cl^2, n\,H^2O \text{ sol} \ldots\ldots\ldots \quad +17^{Cal}.$$

» J'ai cru devoir reprendre cette expérience, parce qu'elle me semblait présenter des difficultés spéciales.

» D'abord, lorsqu'on lit le Mémoire de M. Berthelot sur la chaleur de dissolution du chlore, on peut se demander si la dissolution de son hydrate ne donnera pas lieu aux mêmes complications, le chlore gazeux pouvant donner, en se dissolvant, depuis $2^{Cal},94$ jusqu'à 6^{Cal} et même davantage par suite des réactions secondaires.

» J'ai constaté cependant que ces complications ne se produisent pas pour la dissolution de l'hydrate, parce qu'elle est instantanée. Elles ne sont à craindre que lorsque l'expérience se prolonge, comme il arrive quand on dissout bulle à bulle le chlorure gazeux. On a donc bien le droit de considérer la dissolution d'hydrate de chlore obtenue immédiatement comme une simple dissolution de chlore dans l'eau.

» Mais le calcul de la réaction présente une difficulté plus sérieuse.

» L'hydrate de chlore, préparé toujours en présence d'un excès d'eau à des températures ordinairement comprises entre $+2°$ et $+5°$, est une pâte jaune qui retient une quantité d'eau non combinée considérable (de huit à vingt fois supérieure au poids de l'hydrate réel dans mes expériences).

» Or cette eau contient, à l'état de dissolution, de faibles doses de chlore,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CI, p. 1484.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V, p. 322.

que M. Roozeboom a déterminées exactement en 1884 ([1]), et dont il est indispensable de tenir compte. Il faut retrancher ce chlore dissous du chlore total libre dosé à la fin de l'expérience, sans quoi on s'exposerait à trouver un nombre trop faible pour la formation de l'hydrate. J'ai fait cette correction de la manière suivante :

» Soit p le poids total de chlore libre contenu dans un poids P de la pâte jaune. Je calcule d'abord provisoirement le poids π d'hydrate qui correspondrait à p, en admettant la formule $Cl^2 + 7H^2O$ (moyenne entre celle de M. Roozeboom et celle de M. Villard). Dès lors $P - \pi$ est le poids de l'eau non combinée, laquelle, d'après les Tables de M. Roozeboom, contient un poids p' de chlore dissous. Par suite $p - p'$ sera le poids du chlore réellement combiné à l'état d'hydrate et qui doit servir de base au calcul.

» En procédant ainsi, j'ai trouvé dans trois expériences :

A. (1^{gr},50 d'hydrate)	$-15^{Cal},87$
B. (4,44 »)	$-15,27$
C. (1,03 »)	$-15,76$

pour la chaleur de dissolution de $Cl^2 + nH^2O$ solide.

» L'expérience B me paraît être la meilleure parce qu'elle a porté sur un poids d'hydrate plus considérable et que la différence de température a pu être mesurée plus exactement. La moyenne des trois expériences donne $-15,63$ ([2]). Et si l'on ajoute à ce nombre, pris en signe contraire, la chaleur de dissolution du chlore à $+2,94$, on trouve :

$$Cl^2 \text{ gaz} + nH^2O \text{ liq.} = Cl^2, nH^2O \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots \quad +18^{Cal},57$$

» II. Calcul au moyen des courbes de dissociation. — La dissociation de l'hydrate de chlore a été étudiée successivement par Isambert, puis par M. Roozeboom et par M. Le Chatelier.

» 1° *Courbe d'Isambert.* — J'ai choisi les douze points qui correspondent aux températures :

$0°$, $+3°,3$, $+5°$, $+6°,6$, $+7°,6$, $+8°$, $+9°,1$, $+10°,1$, $+11°$, $+11°,7$, $+12°,9$ $+14°,5$,

---

([1]) *Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas,* t. III, p. 29 et suiv.

([2]) Nombre assez différent de -14^{Cal} trouvés par M. Le Chatelier. Si je n'avais pas fait la correction indispensable indiquée plus haut, j'aurais obtenu de -13^{Cal} à -14^{Cal}. C'est sans doute ainsi que le calcul a été fait par M. Le Chatelier qui d'ailleurs cherchait moins à avoir un nombre absolument exact qu'à montrer la marche générale du phénomène.

et j'ai appliqué l'équation de Clapeyron aux 66 combinaisons possibles deux à deux des valeurs obtenues. La moyenne donne pour la chaleur de formation $+ 18^{Cal},83$.

» Mais en réalité, on doit retrancher tous les résultats obtenus avec les deux premières températures 0° et $+ 3^{o},3$, d'abord parce qu'ils donnent des nombres visiblement trop élevés (de 20 à 20,5), et surtout parce que la courbe d'Isambert vient, dans cette région, couper les deux autres.

» Il reste donc 45 calculs, qui conduisent à la moyenne $+ 18^{Cal},30$;

» 2° *Courbe de M. Roozeboom.* — J'ai fait les 45 calculs possibles avec les 10 points de la courbe. La moyenne est $+ 17^{Cal},87$;

» 3° *Courbe de M. Le Chatelier.* — Il n'y a que cinq déterminations et par suite 10 calculs, dont la moyenne est $+ 17^{Cal},82$.

» Avec ces trois courbes, nous avons ainsi au total 100 calculs, dont la moyenne générale est $+ 18^{Cal},06$.

» Pour être tout à fait rigoureux, on devrait faire subir à ce nombre $+ 18^{Cal},06$ une double correction qui en augmenterait un peu la valeur.

» L'une serait due à ce que le gaz qui se dégage dans l'appareil à dissociation est en réalité un mélange de chlore et de vapeur d'eau. Les tensions observées sont donc trop fortes et l'on devrait diminuer chacune de la tension due à la vapeur d'eau. Cette correction aurait pour résultat d'augmenter le nombre $+ 18^{Cal},06$ de $0^{Cal},10$ au plus.

» L'autre correction est beaucoup plus incertaine; il se forme toujours dans l'appareil des traces d'acide chlorhydrique, qui ont pour effet d'exagérer la valeur de chaque tension et de diminuer un peu la chaleur de formation calculée. La quantité à ajouter serait toujours très faible et variable avec les conditions de l'expérience. Il vaut donc mieux ne pas s'y arrêter.

» Le nombre déduit des courbes de dissociation serait donc $+ 18^{Cal},16$. La mesure directe ayant fourni $+ 18^{Cal},57$, la moyenne sera $+ 18^{Cal},36$ et l'on pourra écrire :

$$Cl^2 \text{ gaz} + n H^2O \text{ liq.} = Cl^2, n H^2O \text{ sol} \ldots\ldots \quad + 18^{Cal},36.$$

« Je montrerai prochainement comment on peut établir la composition exacte de cet hydrate. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur les causes déterminantes de la formation des organes visuels.* Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Edmond Perrier.

« La différenciation des organes visuels paraît simplement due à l'action continue de deux facteurs distincts, la *lumière* et les *granules pigmentaires.*

» Le déterminisme de ces organes repose sur les trois ordres de faits suivants :

» 1. Un œil renferme toujours deux parties fondamentales : 1° des *cel-*

lules nerveuses visuelles en rapport avec les centres nerveux et constamment accompagnées de *granules pigmentaires* auxquels la lumière communique un mouvement vibratoire; 2° un *appareil réfringent* consistant en une portion transparente des téguments en forme soit de miroir, soit d'épaississement lenticulaire, qui peut rester en continuité avec les téguments (ocelles des Arthropodes, etc.) ou bien s'en séparer sous la forme d'une lentille (Vertébrés, Céphalopodes, etc.).

» 2. Toutes les recherches récentes [1] ont établi que la destruction des globules sanguins, l'histolyse des tissus pendant la période larvaire, etc., donnent lieu à une production de granules pigmentaires de couleur variable, et dans la composition desquels la chromatine paraît entrer souvent pour une part importante. Ces granules sont emportés vers la surface du corps soit par leurs mouvements propres, soit par des cellules migratrices, et ils sont finalement expulsés au dehors par les desquamations épithéliales.

» Les granules de la peau et ceux des yeux sont fondamentalement les mêmes, et chez beaucoup d'animaux, en particulier chez la Grenouille, on peut voir le pigment s'étendre en traînées ininterrompues depuis les vaisseaux sanguins de la profondeur jusqu'à la choroïde; l'organe visuel est donc un point de concentration du pigment qui, ailleurs, reste réparti à peu près uniformément dans les cellules épidermiques.

» 3. Enfin, l'action de la lumière, et surtout de ses rayons rouges et ultra-violets, sur les tissus est aujourd'hui hors de doute, depuis que la Photothérapie est appliquée au traitement de certaines affections (lupus, variole, rougeole) et que les rayons solaires sont employés pour l'atténuation de certaines cultures microbiennes. Sur le protoplasme, une lumière de moyenne intensité détermine en premier lieu une légère hypertrophie de la cellule avec augmentation de transparence, si l'on en juge par la structure constante que présentent les tissus de la surface des organes visuels. Les cônes et les bâtonnets ne sont de même que le résultat d'une hypertrophie causée par la lumière sur les prolongements protoplasmiques terminaux des cellules visuelles.

» Ces préliminaires étant posés, voici comment on peut concevoir la formation des organes visuels :

» Les granules pigmentaires arrivés vers la périphérie du corps se sont accumulés

---

[1] A. Pizon, *Sur la coloration des Tuniciers* (*Comptes rendus*, 14 août 1899); *Origine du pigment; sa transmission dans l'embryon* (*Comptes rendus*, 21 janvier 1901).

en certains points d'élection de l'épiderme pour une cause quelconque (amas de tissus en histolyse, lacunes, points très éclairés, etc.).

» Or, là où ces amas se sont trouvés constitués, ils ont déterminé, *grâce à leur pouvoir absorbant*, l'arrivée d'un faisceau lumineux plus intense qu'ailleurs, faisceau qui a exercé une irritation particulière sur les tissus situés sur son passage.

» Parfois l'action de la lumière s'est bornée à accroître l'épaisseur de la cuticule (certaines *Annélides*) ou de la chitine (*ocelles des Arthropodes*); chez d'autres, l'absorption plus intense des radiations a rendu toute la partie antérieure des cellules épidermiques hyaline et réfringente (*Syllis*, etc.); enfin, chez les espèces où l'absorption est très intense et la vitalité des tissus très grande, ceux-ci répondent à l'excitation lumineuse par une prolifération plus active, et forment au-devant de l'amas pigmentaire un renflement transparent qui finit par s'isoler sous la forme d'une lentille (Vertébrés, Céphalopodes, etc.).

» On voit, en effet, chez certaines Annélides, une fois que l'œil est constitué avec son cristallin, les cellules épidermiques voisines se multiplier activement et s'insinuer entre la cuticule et la lentille, et se transformer, sous l'action de la lumière, en autant de petits globules réfringents qui se fusionnent et s'ajoutent au cristallin primitif pour en augmenter l'épaisseur.

» Or, l'appareil réfringent une fois constitué, *se trouve forcément donner dans l'intérieur de l'œil une image*, dont la forme et la netteté varient avec la forme de l'organe réfringent lui-même. *Et c'est ainsi que l'appareil formé par un amas de pigment et la surface réfringente placée au-devant de lui, se trouve remplir secondairement la fonction de la vision.*

» Pour compléter l'organe visuel, il a suffi que l'excitation lumineuse fût reçue par des cellules nerveuses qui la transmissent à leur tour jusqu'au sensorium. Or il existe de telles cellules dans tout le tégument.

» Le phénomène de la vision nous apparaît donc tout simplement comme la conséquence *de l'accumulation de granules pigmentaires* en certains points de la surface du corps, et *du pouvoir absorbant de ces granules* pour les rayons lumineux.

» Ainsi s'expliquent : 1° l'*emplacement des yeux dans les régions les plus éclairées* [face dorsale, extrémité antérieure, bords du manteau (*Pectinidées*), extrémité des siphons (*Solen*, *Tellina*, etc.), filaments branchiaux céphaliques (*certaines Annélides*), etc.]; 2° la *position des yeux céphaliques* s'explique à la fois par la présence de la lumière et par les nombreux granules pigmentaires qu'engendrent toujours les cellules nerveuses sénescentes; il faut y ajouter non seulement l'influence de l'hérédité, mais encore la transmission très précoce du pigment maternel à l'embryon ([1]); 3° le *nombre extraordinaire des yeux* (certaines Annélides, Chitons, etc.)

([1]) A. Pizon, *loc. cit.*

est lié à une production abondante de pigment; les yeux composés (Lépidoptères, etc.) n'apparaissent que pendant la période nymphale, alors que les tissus en histolyse ont considérablement augmenté la proportion des granules pigmentaires; 4° la *disparition plus ou moins complète des yeux chez les espèces cavernicoles, fouisseuses, abyssales et parasites internes* qui ne reçoivent plus de lumière. Parmi les espèces des grandes profondeurs, si les formes marcheuses seules sont frappées de cécité, c'est que les autres ont la possibilité de rechercher la luminosité des animaux phosphorescents, luminosité qui émet même peut-être des rayons plus actifs que ceux de la lumière ordinaire [1]; 5° Enfin, l'*absence d'amas pigmentaires* explique l'absence d'yeux chez des formes libres, très voisines d'autres qui sont voyantes et vivent dans les mêmes conditions (Nématodes marins, Némertes, etc.). »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Les régions d'une trace foliaire de Filicinée.* Note de MM. **C.-Eg. Bertrand** et **F. Cornaille.**

« 1. Les traces foliaires des Filicinées ne présentent nettement tous leurs caractères propres que dans des frondes ou dans des parties de frondes suffisamment fortes. Une grande fronde d'une plante adulte a ses caractéristiques différentielles plus accusées qu'une fronde grêle et surtout qu'une fronde prise sur une jeune plante de semis. De même, le pétiole est plus nettement caractérisé qu'une nervure primaire et celle-ci qu'une nervure secondaire. C'est dans le pétiole que la trace foliaire réalise sa complication maxima. Plus bas, dans le stipe, la trace se simplifie en donnant des *boucles* et des *pièces apolaires*. Plus haut, dans le limbe, la trace se sépare en chaînes de plus en plus simples.

» 2. Chez la grande majorité des Mégaphyllides actuelles, la ou les chaînes libéroligneuses de la trace foliaire jalonnent ordinairement une seule courbe. L'analyse de nombreuses traces foliaires nous a montré qu'il y avait nécessité d'y distinguer diverses régions que nous allons énumérer et définir.

» 3. Considérons d'abord une trace d'*Osmunda regalis*. Son arc, à conca-

[1] La disparition des yeux à la suite de la fixation (Bryozoaires, Tuniciers, Cirripèdes) me paraît due à une cause toute différente; elle tient uniquement à ce que la larve se fixe par la face même qui porte ces organes.

vité antérieure, est symétrique par rapport à une ligne antéropostérieure CS, qui est la trace géométrique de la surface de symétrie de la fronde sur le plan de la section. Les *bords gauche* et *droit* sont les deux extrémités libres de l'arc, pour un observateur placé au centre de figure C du stipe et regardant la fronde. Nous appelons *marges gauche* et *droite* les deux régions de l'arc qui fournissent les traces des pétioles secondaires. On appellera *arc postérieur* la partie de l'arc située en arrière, entre les deux marges; il est divisé en un *demi-arc postérieur gauche* et un *demi-arc postérieur droit*. Les parties de l'arc général comprises entre les marges et ses bords sont ses *demi-arcs antérieurs gauche* et *droit*.

» 4. Chez les Cyathéacées, les Polypodiacées et les Parkériées il y a lieu de subdiviser l'arc postérieur. On trouve sur cet arc postérieur deux *plis doubles*, symétriques l'un de l'autre. Si, partant du point S où la ligne CS coupe l'arc postérieur, on se dirige vers le bord droit, on rencontre un premier pli, *le pli direct droit*, qui ramène la suite de l'arc postérieur vers la ligne de symétrie. Le pli direct droit est suivi par sa *branche descendante droite* plus ou moins longue. Nous appelons *pli inverse droit* le second pli que l'on rencontre en suivant l'arc postérieur. Son action est inverse de celle du pli direct droit. Il est tout proche de la surface de symétrie, et, dans les Cyathéacées, *une grande incision droite* sépare le pli inverse droit de la branche descendante droite du pli direct. La *branche descendante droite du pli inverse* est généralement très petite, réduite à un demi-faisceau bipolaire. Elle précède le pli inverse ou bien elle est comprise dans son amorce. Le pli inverse droit se prolonge par sa *branche ascendante droite*. Celle-ci s'étend jusqu'à la marge droite. Dans quelques espèces, *Cyrtomium falcatum*, *Microlepia platyphylla*, il y a lieu de spécifier sous le nom de *palier de la branche ascendante droite* la partie de cette branche, voisine de la marge, qui se sépare de la partie précédente par un ploiement brusque de même sens que le pli inverse droit. Le palier est ainsi presque perpendiculaire à la ligne CS ou parallèle à la face supérieure du pétiole. Le demi-arc postérieur gauche montre des régions symétriques par rapport à la ligne CS. On appelle *chaîne médiane postérieure* la partie de l'arc postérieur comprise entre ses deux plis directs. Chez le *Pteris aquilina*, cette chaîne médiane postérieure présente *des plis supplémentaires*.

» 5. Dans le demi-arc antérieur droit d'une trace de *Cyathea medullaris*, on distingue une *amorce droite*, sur laquelle se fait la courbure qui rend l'arc parallèle à la face supérieure; un *palier du demi-arc antérieur droit*, qui est la région de l'arc parallèle à la face supérieure du pétiole, et une

crosse droite qui est la partie de l'arc rejetée en arrière dans l'intérieur du contour de la trace.

» 6. Lorsque les paliers antérieurs gauche et droit atteignent la surface de symétrie en un point C_a, comme dans le pétiole primaire du *Cibotium regale*, des Marattiées, et aux deux extrémités du pétiole du *Matonia pectinata*, les crosses qui sont enfermées dans la trace forment les *chaînes intérieures*. Celles-ci se présentent sous deux formes assez dissemblables. Dans les gros pétioles d'*Angiopteris evecta*, les chaînes intérieures dessinent des arcs fermés homœomorphes, excentriques, successivement enveloppants. Le plus intérieur de ces arcs est incomplet et ouvert. On peut aussi le trouver fermé localement et tangent intérieurement à la face antérieure de celui qui le précède. Les *arcs internes* sont distingués par leur numéro d'ordre en partant du plus externe, qui est le *premier arc interne*. C'est souvent le seul existant : *Marattia Kaulfussii*. Chaque arc interne commence au point S^j, où CS coupe sa région postérieure et se termine au point C^j, où il coupe sa région antérieure, S^j et C^j étant accompagnés en exposant du numéro d'ordre de l'arc interne correspondant. Dans un arc interne fermé, on distingue des régions analogues à celles de l'arc externe de la même plante. L'autre forme de chaîne intérieure se voit chez *Cibotium regale*. Les deux crosses, adhérentes l'une à l'autre, donnent une seule longue chaîne, rendue concave en arrière par une double flexion de chacun de ses côtés.

» 7. La jonction des *plis inverses* ou de leurs branches ascendantes dans la surface de symétrie donne les *pièces médianes complexes* dont le type est le *quadruple*, pièce médiane à quatre divergeants ou à quatre pôles doubles du *Polypodium Heracleum*. La fermeture de boucles latérales donne de même des *pièces complexes latérales* ou *quadruples latéraux*.

» 8. Chez toutes les Ophioglossées, il se différencie, aux dépens des demi-arcs antérieurs de la trace, un système de cordons conducteurs qui se rendent à *la pièce sorifère antérieure*.

» 9. Dans les genres *Polybotrya, Lomariopsis*, on trouve entre le système ordinaire des faisceaux de la trace et la surface du pétiole un autre système de filets libéroligneux, dont l'ensemble constitue le *réseau accessoire périphérique*. Ce réseau existe dans le stipe et dans la fronde de ces deux genres. On le connaît dans le stipe de quelques *Cyathea* et *Alsophila*.

» 10. La trace foliaire permet de distinguer dans le tissu fondamental du pétiole les régions suivantes : Un *tissu fondamental externe*, en dehors de l'arc figuré par la trace ; un *tissu fondamental interne*, qui est bien délimité

quand la trace est fermée. Lorsque la trace est ouverte, la délimitation du tissu fondamental interne est moins nette, et d'autant moins nette que la trace est plus ouverte. On a une hésitation analogue quand la trace dessinant une figure fermée, des incisions entaillent sa surface. Quand la chaîne intérieure jalonne plusieurs arcs fermés, le tissu fondamental intérieur est partagé en anneaux qu'on spécifiera *par le numéro de l'arc interne qui les limite intérieurement*. Le tissu fondamental externe est subdivisé en deux zones, l'une *superficielle*, l'autre *profonde*, dans les pétioles à réseau accessoire périphérique.

» 11. Les groupes trachéens les plus constants sont ceux des marges. On les trouve alors même que la fronde n'a plus de limbe, comme chez *Pilularia*. Nous les désignons par T_g^L, T_d^L. Quand il y a un pôle médian postérieur, nous l'appelons T'. Au lieu d'un groupe trachéen T' nous pouvons trouver un faisceau médian F^M compris entre deux groupes trachéens T'_g, T'_d. On peut trouver des remplacements analogues sur les marges. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les éclogites des Aiguilles Rouges.* Note de M. **Étienne Joukowsky**, présentée par M. Michel Lévy.

« L'étude des roches cristallines du lac Cornu, entreprise au point de vue géologique, m'a conduit à étudier de plus près les minéraux constituants des éclogites de cette localité. Ces dernières se présentent en masses lenticulaires orientées nord-sud. Ces roches, ainsi que les micaschistes et les gneiss, sont traversées par des filons de granulite également nord-sud [1], dont on voit de nombreuses apophyses feldspathiques dans les amphibolites.

» Les éclogites ne montrent nulle part d'associations de grenat et de pyroxène complètement exemptes d'amphibole, mais celle-ci ne paraît jamais être primordiale (contemporaine des minéraux précédents). Elle semble, au contraire, avoir deux origines distinctes : une première variété est due à l'*ouralitisation du pyroxène* (diopside à 5 pour 100 d'alumine), tandis que la seconde, différant par le polychroïsme (vert bleuâtre) et par un moindre développement des clivages, est de la *kélyphite* et provient

(1) A. Favre, *Recherches géologiques*, etc. — A. Michel Lévy, *Étude sur les roches cristallines et éruptives des environs du mont Blanc* (*Bulletin des Services de la Carte géologique de France*; 1890).

d'une transformation du grenat. Il est curieux de constater dans une même masse la transformation d'un métasilicate et d'un orthosilicate en un même métasilicate.

» Dans l'éclogite peu transformée, l'amphibole d'ouralitisation forme des auréoles entourant chaque grain de grenat, tandis que les cassures de ce dernier sont souvent remplies de kélyphite associée avec d'autres minéraux secondaires (épidote, chlorite). Dans les parties plus transformées, il n'est pas rare de voir de grandes plages ayant les contours d'un grenat, limitées de toutes parts par de la hornblende d'ouralitisation, et dont l'intérieur est formé en majeure partie d'une quantité de petits cristaux de kélyphite diversement orientés, contenant encore par-ci par-là quelques grains du grenat primitif. Ces parties transformées sont toujours accompagnées d'un feldspath dont l'acidité n'est jamais inférieure à celle de l'andésine. Le type dominant est l'oligoclase et l'albite s'y rencontre quelquefois.

» Le grenat, le diopside et la hornblende d'ouralitisation ont été analysés après séparation par les liqueurs lourdes ([1]), et triage à la loupe des grains de $0^{mm},1$ à $0^{mm},3$ de diamètre. Les résultats de l'analyse sont les suivants :

	Pyroxène.	Amphibole.	Grenat.
SiO^2	51,28	41,24	37,37
Fe^2O^3 ..... } Al^2O^3 ..... }	18,11	36,46 (dont 13,06 FeO)	FeO 28,32 } 21,52
CaO	19,17	12,08	7,85
MgO.	11,93	10,31	5,57
	100,49	100,09 (dont à retrancher 1,30 d'oxygène dû à FeO), soit 98,79	100,43

» Tout porte à croire que la transformation du diopside et du grenat en des minéraux du groupe de la hornblende est due à l'intrusion de la granulite.

» Une donnée précieuse sera fournie par la teneur en alcalis de l'amphibole. Cette détermination sera faite prochainement. »

([1]) Iodure de méthylène saturé d'iodure de mercure

CHIMIE MÉDICALE. — *Sur l'ergot de seigle.* Note de M. **Marcel Guédras.** (Extrait.)

« Comme conclusion de cette étude des principes constituants de l'ergot, on constate que l'action thérapeutique de cette drogue est due à l'acide sphacélinique, à la cornutine, ainsi qu'aux sels de cet acide et de cet alcaloïde.

» Il est presque impossible de séparer, d'une façon pratique, ces principes actifs, puisqu'ils ont presque la même solubilité; il faut donc, dans le choix de l'ergot destiné à être employé en médecine, s'attacher à avoir une drogue contenant un large pourcentage d'acide sphacélinique et de cornutine, et de faibles quantités d'acide sclérotique et de substances inertes. »

M. **H. Lerebours** adresse une Note relative à des colonnes lumineuses, observées vers le moment du coucher du Soleil.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 décembre 1901.

Comptes rendus des séances de la troisième Conférence générale des Poids et Mesures, réunie à Paris en 1901. Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Annuaire pour l'an 1902, *publié par le Bureau des Longitudes,* avec des Notices scientifiques. Paris, Gauthier-Villars; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Guyou.)

Études sur la Tuberculose et son traitement : Tuberculose chirurgicale, pulmonaire, intestinale; avec un extrait d'un Mémoire communiqué à l'Académie de Médecine de Paris, juillet 1900, par le Dr G.-P. Coromilas; 7 fig. intercalées dans le texte. Paris, A. Maloine, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, LXXVIIe année, 1901. Épinal, Ch. Hugenin, et Paris, Aug. Goin, 1901; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans

2e série, t. I, n° 1, 1er semestre 1901. Orléans, impr. Georges Michau et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°.

L'Argus des Revues, intermédiaire universel, mensuel, 23e année, nouvelle série, n° 8. Paris, 1901; 1 fasc. in-4°.

Le Opere di Galileo Galilei, edizione nazionale sotto gli auspicii di sua Maestà il Re d'Italia, Vol. XI. Florence, typ. G. Barbera, 1901. (Envoi de M. le Ministre de l'Instruction publique d'Italie.)

Mission scientifique du Ka-Tanga, par le capitaine CHARLES LEMAIRE, 5e-15e Mémoires. (Publications de l'État indépendant du Congo.) Bruxelles, Ch. Bulens, 1901; 11 fasc. in-4°.

The universal solution for numerical and literal equations by which the roots of equations of all de grees can be expressed in terms of their coefficients, by M. A. MC GINNIS. Kansas City, Missouri, 1901; 1 vol. in-12.

Principios de mecánica fundamental, unidad de las fuerzas fisicas, leyes generales de la evolucion cosmica, por PEDRO GIRALT Y ALEMANY. La Havane, 1901; 1 vol. in-16.

Die Natur der Kraft und des Stoffs, Begründung und Fortentwicklung der chemischen Theorien, die Goldmacherkunst, von O. HECK. Homberg, Th.-M. Spamer, 1901; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'Auteur.)

Una antigua cuestion. Thesis ofrecida a la consideracion publica por Don RODOLFO AGUILAR BATRES. Guatemala, typ. Sanchez et de Guise, 1901; 1 fasc. in-8°.

Physiologie : Die menschlichen Sinnesthätigkeiten ..., von O. HECK. Homberg, 1901; 1 fasc. in-12.

Ueber die ungarischen warmen und heissen Kochsalzseen als natürliche Wärme-Accumulatoren sowie über die Herstellung von warmen Salzseen und Wärme-Accumulatoren, von ALEXANDER V. KALECSINSKY. Budapest, 1901; 1 fasc. in-8°.

Les Caféiers, par E. DE WILDEMAN, I; Étude publiée sous les auspices de l'État indépendant du Congo. Bruxelles, impr. Vve Monnom, 1901; 1 fasc. in-8°.

Preliminary report on the botanical results of the danish expedition to Siam (1899-1900). FLORA OF KOH CHANG, *Contributions to the knowledge of the vegetation in the Gulf of Siam,* by JOHS. SCHMIDT, part IX. Copenhague, impr. Bianco Luno, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Comptes rendus des séances de la treizième conférence générale de l'Association Géodésique Internationale, réunie à Paris du 25 septembre au 6 octobre 1900, rédigés par le Secrétaire perpétuel H.-G. VAN DE SANDE BAKHUYSEN. 1er Vol. : *Procès-verbaux et Rapports des Délégués sur les travaux géodésiques accomplis dans leurs pays;* avec 41 planches. Berlin, Georg Reimer, 1901; 1 vol. in-4°.

Jahresbericht des Direktors des Königlichen Geodätischen Instituts, für die Zeit von April 1900 bis April 1901. Potsdam, 1901; 1 fasc. in-8°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, rédigé par N. KRICHTAFOVITCH, Vol. V, Livr. 2-3. Novo-Alexandria, gouvern. de Lublin, 1901; 1 fasc. in-4°.

Annales du Musée du Congo, Zoologie, série I. *Matériaux pour la faune du Congo,* t. II, fasc. 1. *Batraciens et Reptiles nouveaux,* par G.-A. BOULENGER. *Antilope nouvelle,* par OLDFIELD THOMAS. Bruxelles, 1901; 1 fasc. in-f°.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. LXII, n° 1, november 1901. Londres, 1901; 1 fasc. in-8°.

Materyaly antropologiczno-archeologiczne i etnograf, t. V. Cracovie, 1901; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College, t. XXXIX, n° 1. Cambridge, Mass., 1901; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société Royale malacologique de Belgique, t. XXXV, année 1900. Bruxelles, P. Weissenbruch, 1901; 1 fasc. in-8°.

Memoirs and Proceedings of the Manchester litterary and philosophical Society, 1901-1902, Vol. XLVI, part I. Manchester; 1 fasc. in-8°.

Reale Istituto Lombardo. Rendiconti; sér. II, Vol. XXXIII. Milan, Ulrico Hoepli, 1900; 1 vol. in-8°.

Memorie del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, classe di Scienze matematische e naturali; Vol. XIX, X della serie III, fasc. I-III, XI. Milan, 1900; 3 fasc. et 1 vol. in-4°.

Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCXCVIII, 1901, serie Va, *Memorie della classe di Science fisiche, matematiche e naturali*, vol. III. Rome, 1901; 1 vol. in-4°.

Societa Reale di Napoli. Rendiconto delle tornate e dei lavori dell'Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti; nuova serie, anni XIV-XV. Naples, 1900-1901; 2 fasc. in-8°.

Societa Reale di Napoli. Atti della Reale Accademia di Archeologica, Lettere e Belle Arti; Vol. XX (Suppl.), Vol. XXI. 1900-1901. Naples, 1900-1901; 2 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 décembre 1901.

Aperçu des méthodes pour la détermination des orbites des comètes et des planètes, par M. O. Callandreau. Paris, imp. Gauthier-Villars, s. d.; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

La Convention du Mètre et le Bureau international des Poids et Mesures, par Ch.-Ed. Guillaume. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Cornu.)

Sur la Théorie des parallèles et le postulatum d'Euclide, par Edmond Bordage. Ile de la Réunion, imp. Albert Dubourg, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Les Oiseaux utiles et nuisibles, par Ad. Boucard. Paris, Masson et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Renseignements pratiques sur l'achat des combustibles. Paris, impr. de l'Institut international de Bibliographie, 1901; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon, t. XIX, janvier-décembre 1900. Lyon, H. Georg, et Paris, Masson et Cie, 1901; 1 vol. in-8°.

Katalog literatury naukowej polskiej, t. I, r. 1901, z. 3. Cracovie, 1901; 1 fasc. in-8°.

Matériaux pour la définition et pour le traitement des catarrhes stomacho-intestinaux aigus et chroniques, par le Dr Viliamovskof. (En langue russe.) Moscou, 1897; 1 fasc. in-8°.

Anomalies magnétiques dans la région de Krivoï-Rog, par P. PASSALSKY. Odessa, 1901; 1 fasc. in-4°.

Publications of the astronomical laboratory at Groningen, edited by prof. J.-C. KAPTEYN; n° 5. *On the distribution of cosmics velocities* : Part I, *Theory*, with the collaboration of W. KAPTEYN, by J.-C. KAPTEYN; n° 8. *On the mean parallax of stars of determined proper motion and magnitude*, by J.-C. KAPTEYN. Groningue, Hoitsema frères, 1900-1901; 2 fasc. in-4°.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië, 1900. Batavia, 1901; 1 vol. in-4°.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède, exécutées et rédigées sous la direction de l'Institut central de Météorologie, vol. XXXVIII (2e série, vol. XXIV). Stockholm, 1901; 1 fasc. in-4°.

Lefnadsteckningar öfver kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens. Bd IV, häfte 1-2. Stockholm, 1899-1901; 2 fasc. in-8°.

Bihang till kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens handlingar. Bd XXVI, 1-4. Stockholm, 1901; 1 vol. et 3 fasc. in-8°.

Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens handlingar, ny följd, Bd XXXIII-XXXIV. Stockholm, 1900-1901; 2 vol. in-4°.

Transactions of the thirty-second and thirty-third annual meetings of the Kansas Academy of Science, 1899-1900; vol. XVII. Topeka, Kansas, 1901; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 9 décembre 1901.)

Note de MM. *C.-Eg. Bertrand* et *F. Cornaille*, Sur les propriétés des chaînes libéroligneuses des Filicinées :

Page 1027 à 1029, remplacer partout la lettre γ par le symbole ϒ.
Page 1028, ligne 32, *au lieu de* vespertilorsis, *lisez* vespertilionis.
Page 1029, ligne 2, *au lieu de* Strathi opteris, *lisez* Struthiopteris.

FIN DU TOME CENT TRENTE-TROISIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1901.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXXIII.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

R

S

T

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
30544 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.